Nouvelles Annales
DE LA
CONSTRUCTION

PUBLICATION RAPIDE ET ÉCONOMIQUE
DES DOCUMENTS LES PLUS RÉCENTS ET LES PLUS INTÉRESSANTS
RELATIFS A LA CONSTRUCTION FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

Recueil mensuel fondé en 1855 par feu **C.-A. OPPERMANN**, Ingénieur des Ponts et Chaussées

ET PUBLIÉ, DEPUIS LE 1er JANVIER 1882, SOUS LA DIRECTION D'UN COMITÉ COMPOSÉ DE

MM. **CH. BAUDRY**, ancien Ingénieur des Constructions navales, Ingénieur aux Chemins de fer P.-L.-M.
A. BRÜLL, ancien élève de l'École Polytechnique, Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils;
CHEMIN, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Secrétaire de la Commission des Annales des Ponts et Chaussées;
DEBIZE, Ingénieur en chef des Manufactures de l'État;
AUG. DOUMERC, Ingénieur civil;
PONTZEN, Ingénieur civil, ancien élève de l'École des Ponts et Chaussées,
[illegible] **M. CH. BÉRANGER**, [illegible]

Les Mémoires, Notes et Documents doivent être adressés à MM. **BAUDRY** et Cie, rue des Saints-Pères, 15, à Paris.

PRIX DE L'ABONNEMENT PAR AN : Paris, **15** fr. ; Départements, **18** fr. ; Union postale, **20** fr.
PRIX DE L'ANNÉE PARUE : **20** francs.
[illegible] un beau volume [illegible] 60 planches montées sur onglet.

LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE BAUDRY ET Cie ÉDITEURS
PARIS, [illegible] Saints-Pères — LIÉGE, 19 [illegible] — Et chez les principaux libraires de la France et de l'Étranger.

4e SÉRIE. — TOME 3. — ANNÉE 1886.

AGENDA OPPERMANN
POUR 1887

Contenant outre les feuillets de l'Agenda proprement dit

UN RECUEIL DE CONSEILS ET DE DOCUMENTS TECHNIQUES D'UN USAGE JOURNALIER, UN CAHIER PAPIER QUADRILLÉ, ETC.

Élégant carnet de poche, titre en or sur le plat, fermoir élastique.

Prix : 3 francs, reliure ordinaire en percaline ; 5 fr., reliure en cuir, tranches dorées

25 centimes en plus pour être reçu franco par la poste

BAUDRY et Cie, éditeurs à Paris.

TRAITÉ PRATIQUE DES

PONTS MÉTALLIQUES

CALCUL DES POUTRES ET DES PONTS

Par la méthode ordinaire et par la statique graphique

PAR

M. PASCAL

INGÉNIEUR, ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE D'ARTS ET MÉTIERS D'AIX

Un volume grand in 8°, avec 106 figures dans le texte et un atlas de 12 planches

Prix : 12 fr.

BAUDRY et Cie, éditeurs à Paris.



COURS PRATIQUE

DE CONSTRUCTION

PAR

L. PRUD'HOMME

INGÉNIEUR CIVIL, CONDUCTEUR PRINCIPAL DES PONTS ET CHAUSSÉES

3 volumes in-8, contenant 257 figures dans le texte

Prix : 16 francs

BAUDRY et Cie, éditeurs à Paris.

TRAITÉ PRATIQUE de la

COUPES DES PIERRES

PRÉCÉDÉ DE TOUTE LA PARTIE

DE LA GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE

Qui trouve son application dans la coupe des pierres

PAR

ÉMILE LEJEUNE

Un gros volume in-8 de 600 pages et un atlas in-4 de 50 planches contenant 381 fig.

Prix : 40 francs

BAUDRY et Cie, éditeurs à Paris.

EXTRAIT DU CATALOGUE DE LA LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS A PARIS

Auteur	Titre	Prix	
Aguillon	Législation des mines, 3 volumes	40	»
Aubineau	Construction des escaliers, 1 volume et 1 atlas	12	»
Bedois	Amélioration de nos voies navigables	2	50
Barqui	L'architecture moderne en France	100	»
Baudson	Matériaux de construction	6	»
—	Tracé des chemins de fer	10	»
Bède	Cours de physique	6	»
—	De l'économie du combustible	6	»
Belleroche	Chauffage des trains de voyageurs	6	»
Beynac	Traité d'arithmétique	6	»
Bobillier	Principes d'algèbre	4	»
Bocquet	Traité de mécanique pratique, 2 vol.	6	»
Boussard	Recueil des tombeaux les plus remarquables	30	»
Briart	Principes élémentaires de paléontologie	6	»
Bruère	Traité de consolidation des talus, 1 vol. et 1 atlas	10	»
Brull	Chemins de fer à chaîne flottante	6	30
Brun	Traité des opérations sur le terrain	5	»
Burat	Application de la géologie à l'agriculture	1	50
—	Cours d'exploitation des mines, 1 vol. et 1 atlas	30	»
—	Géologie de la France	10	»
—	Voyages sur les côtes de France	12	»
Cacheux	L'économiste pratique, 1 vol. et 1 atlas	40	»
Cadiat et Dubost	Électricité industrielle, 2e édition	15	»
Caligny	Recherches sur les oscillations de l'eau, 2 vol.	16	»
Castermans	Parallèle des maisons de Bruxelles, 6 vol.	160	»
Chalon	Botanique	6	»
Champion	La dynamite et la nitroglycérine	4	»
Chauvac	Tracé des Courbes de raccordement	6	»
Chenevier	Memento graphique du constructeur	6	»
Chrétien	Chemin de fer électrique	2	»
—	Le transport de la vapeur à de grandes distances et sa canalisation	2	»
Cialdi	Les Ports chenaux et Port-Saïd	6	»
Cornut	Distribution de la vapeur, 1 vol. et 1 atlas	15	»
Costa de Bastelica	Les torrents	7	50
Coste et Maniquet	Traité des machines à vapeur, 1 vol. et 1 atlas	25	»
Dary	La navigation électrique	1	30
Daubourg	L'architecture intérieure	20	»
Delahaye	L'année électrique : 1re année 1885	3	50
	2e année 1886	3	50
Denfer	Traité des chaudières à vapeur	30	»
Deny	Chauffage et ventilation	4	»
—	Études sur la fonderie	5	»
—	Rafraîchissement des salles	3	»
Desmazures	Analyse chimique minérale	20	»
Desolliers	De l'habitation dans les pays chauds	10	»
Dubosque	Murs de soutènement et ponts en maçonnerie	10	»
—	Réparation et entretien des chaussées	»	85
Duplessis	Traité du levé des plans	4	»
—	Traité du nivellement	5	»
Durand-Claye	Chimie appliquée à l'art de l'ingénieur	16	»
Durand-Claye et Marx	Routes et chemins vicinaux	25	»
Dwelshauvers	Cinématique	6	»
—	Mécanique appliquée	6	»
Evrard	Les moyens de transport, 2 vol. et 1 atlas	100	»
Farcot	Le servo moteur	4	»
Ferrand	Constructions en fer et en bois	60	»
Flachat	Navigation à vapeur, 1 vol. et 1 atlas	24	»
Flamant	Stabilité des constructions et résistance des matériaux, 1 vol.	25	»
Fleeming Jenkin	Manuel élémentaire d'électricité	2	»
Fontaine (H.)	Électrolyse	7	50
—	Les machines à l'Exposition de Vienne, 1 vol. et 1 atlas	25	»
—	L'industrie aux États-Unis	15	»
—	Transmissions électriques de la force	2	»
Gadriot	L'ouvrier menuisier, 1 vol et 1 atlas	37	»
Garosset	Les mines d'Anzin	4	»
Girard	La philosophie scientifique	2	»
Glépin	Établissement des puits de mines, 1 vol. et 1 atlas	25	»
Goschler	Traité des chemins de fer, 5 vol. et 3 atlas	107	»
Gosset	Traité de la construction des théâtres	75	»
Goujet	Guide-manuel du chauffeur	3	50
Grand'eury	Flore carbonifère, 1 vol. et 1 atlas	40	»
Guichard	Le portefeuille des industries d'art	30	»
Guichard et Darcel	Les tapisseries décoratives, 2 vol.	200	»
Guillemain	Navigation intérieure; rivières et canaux, 2 vol.	40	»
Hamal	Aide-mémoire de l'ingénieur	15	»
Harrand	Les accumulateurs hydrauliques pour bateaux	3	50
Herpin	Dictionnaire astronomique	12	»
Hoffstadt	Principe de style gothique, 1 vol. et 1 atlas	50	»
Houzeau et Lancaster	Traité de météorologie	6	»
Huin	Régulateurs marins isochrones	3	»
Halevier	Moments d'inertie et moments résistants	6	»
—	Résistance des poutres droites, 2 vol.	6	»
Jacquet	Barème du poids des métaux	2	»
Joly	Chauffage et ventilation	10	»
Jordan	Album du cours de métallurgie, 1 vol. et 1 atlas	30	»
—	Métallurgie du fer dans le pays de Siegen	5	»
Jubé	Exercices de géométrie analytique	6	»
Jullien	Traité de métallurgie du fer, 1 vol. et 1 atlas	36	»
—	Traité des machines à vapeur, 1 vol. et 1 atlas	25	»
Lamarre	Manuel de l'artificier	3	»
Lapeyre	De la pression hydraulique	1	»
Lahure et Gamond	Travaux hydrauliques, 1 vol. et 1 atlas	100	»
Lechalas	Hydraulique fluviale	17	50
Le Hon	L'homme fossile	6	»
Lejeune	Traité de la coupe des pierres, 1 vol. et 1 atlas	40	»
Lepreux	Un album d'architecte	25	»
Letellier	Les chemins de fer projetés à Paris, 1 vol. et 1 atlas	12	»
Le Verrier	Métallurgie des métaux autres que le fer	18	»
Liagre	Calcul des probabilités	10	»
—	Cosmographie stellaire	3	»
Liger	Fosses d'aisances, latrines, etc.	20	»
Lingrin	Distribution de la vapeur	3	50
—	Régulateur à force centrifuge	6	»
—	Résistance des matériaux, tome 1er	7	50
Loir	Suppression du chaînage	2	»
—	Tracé des courbes	1	»
Malfert	Traité du moulage en fer	6	»
Malaise	Manuel de minéralogie pratique	6	»
Mallet	Étude sur l'utilisation de la vapeur	7	»
—	Les locomotives à l'Exposition de 1878	2	»
Maréchal	Pont de Kehl	5	»
Masselin	Responsabilité des architectes et ingénieurs	12	»
Maurer	Traité de statique graphique, 1 vol. et 1 atlas	18	50
Méderlan	Géométrie descriptive, 1 vol. et 1 atlas	18	»
Meyer	La stadia topographique	6	»
Moerman	Électro-métallurgie	6	»
—	Géodésie théorique et pratique	4	50
—	Traité des constructions civiles	4	»
Molinos	La navigation intérieure de la France	6	»
Monnier	Conduites de distribution du gaz	16	»
Montandry	Cubage des bois	1	»
Moreaux	La navigation sur le Rhône	20	»
Morgan	Géologie de la Bohême	20	»
Muller et Cacheux	Les habitations ouvrières, 1 vol. et 1 atlas	60	»
Niaudet	Traité de la pile électrique	7	50
Noyer	Droit administratif	6	50
Oppermann	Nouvelles annales de la construction. Paris, 15 fr.; départements, 18 fr.; Union postale, 20 fr.; année parue, cartonnée	30	»
Oppermann	Portefeuille des machines. Paris, 15 fr.; départements et Belgique, 18 fr.; Union postale, 20 fr.; année parue	30	»
—	Exposition de 1867, 1 vol. et 1 atlas	18	»
—	300 projets et propositions	50	»
Ordinaire de Lacolonge	Étuves à farine	0	50
Paponot	L'Égypte	10	»
Paramelle	L'art de découvrir les sources	0	50
Partiot	Construction des chemins de fer	10	»
Paulet	Conservation des bois	6	»
Percy	Traité de métallurgie, 6 vol.	75	»
Périssé	Du prix de revient des machines	2	»
—	Emploi de l'acier dans les constructions	3	»
—	Gauchissement des poutres en fer	1	50
Perrin	Série de prix de serrurerie	6	»
Plateau	Zoologie élémentaire	6	»
Plattner	Procédés métallurgiques de grillage	12	»
Ponson	Exploitation des mines, 6 vol. et 6 atlas	132	»
Pontzen	L'assainissement suivant le système Waring	2	50
Poulot et Fontaine	Machines à fabriquer les rivets	2	»
Prud'homme	Cours pratique de construction, 3 vol.	16	»
Pugin	Antiquités architecturales de la Normandie	40	»
—	Modèles d'ameublements	6	»
—	Modèles de ferronnerie	6	»
—	Modèles d'orfèvrerie	6	»
—	Motifs et détails d'architecture gothique, 2 vol.	60	»
—	Types d'architecture gothique, 3 vol.	120	»
Redtenbacher	Résultats scientifiques et pratiques	15	»
Renard	Corps gras	6	»
—	Manipulations chimiques	10	»
—	Traité des matières colorantes, 2 vol. et 1 atlas	20	»
Resal	Ponts métalliques	25	»
Rongé	De la fabrication de la tôle	3	»
Rouy	Traité des affaires commerciales	6	»
Rouyer	La Renaissance; décorations intérieures	125	»
—	Les appartements de l'impératrice aux Tuileries	50	»
Rouyer et Darcel	L'art architectural en France, 2 vol.	200	»
Sadoine	Portefeuille Cockerill, 4 vol. et 4 atlas	400	»
Sahlin	Documents concernant le haut fourneau	6	50
Schmoll	Traité des brevets d'invention	7	50
Seguela	L'indicateur des machines	3	»
Seraion	Les chemins de fer métropolitains	6	»
—	Les tramways et les chemins de fer sur routes	7	50
Sergent	Traité des mesurages, 1 vol. et 1 atlas	50	»
Serguéeff	Étude sur le blanchissage du linge	4	»
Seyrig	Éléments de statique graphique, 1 vol. et 1 atlas	20	»
S.-G.-F.	Nouveau système de calcul intégral	1	50
Singer	Les aliments	2	»
—	La teinture moderne	20	»
Spineux	Distribution de la vapeur, 1 vol. et 1 atlas	15	»
Tamine	Accumulateurs électriques	7	50
Thompson	Les machines dynamo-électriques	16	»
Van Heurck	Le microscope	10	»
Van Overstraeten	Appareils Saxby et Farmer, 1 vol. et 1 atlas	16	»
Vasselon	Carnet du conducteur de travaux	6	75
Vathaire	Construction et conduite des hauts fourneaux, 1 vol. et 1 atlas	18	»
Vaudon	Le menuisier en escaliers	5	»
Vidard	Matériel de transport pour voyageurs	4	»
Viollet-le-Duc	Le massif du Mont-Blanc	10	»
—	Carte du massif du Mont-Blanc	10	»
Vogüé	L'architecture de la Syrie centrale, 2 vol.	150	»
Wazon	Aménagement des villes et habitations	15	»
Williamson	Les meubles d'art du mobilier national, 2 vol.	200	»
With	Les inventeurs et leurs inventions	4	»
—	Les machines, 2 vol.	16	»
Yvert	Ponts avec poutres tubulaires en tôle, 1 vol. et 1 atlas	15	»

CHEMINS DE FER

Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer, par CH. GOSCHLER. — 2e édition considérablement augmentée, 5 volumes in-8°, avec gravures dans le texte et 3 atlas, prix : 107 francs.

On vend séparément : Tome I et II. Service de la voie. 2 vol. in-8 et 1 atlas de 35 planches, 32 fr. — Tome III. Matériel de transport. 1 vol. in-8 et 1 atlas de 39 planches doubles 25 fr. — Tomes IV et V. Traction, dépôts, ateliers e direction du service de la locomotion. 2 vol. in-8° et 1 atlas in-4° de 61 planches doubles, 50 fr. — BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS A PARIS.

Nouvelles Annales
DE LA
CONSTRUCTION

PUBLICATION RAPIDE ET ÉCONOMIQUE
DES DOCUMENTS LES PLUS RÉCENTS ET LES PLUS INTÉRESSANTS
RELATIFS
A LA CONSTRUCTION FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

Recueil mensuel fondé en 1855 par feu C.-A. OPPERMANN, Ingénieur des Ponts et Chaussées

ET PUBLIÉ, DEPUIS LE 1[er] JANVIER 1882, SOUS LA DIRECTION D'UN COMITÉ COMPOSÉ DE

DIRECTION ET ADMINISTRATION : PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES

4[e] SÉRIE. — TOME III. — 1886
(32[e] ANNÉE.)

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE
BAUDRY ET C[ie], LIBRAIRES-ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES
MÊME MAISON A LIÈGE, 19, RUE LAMBERT-LEBÈGUE
Et chez les principaux libraires de la France et de l'Étranger.

TABLE ANALYTIQUE ET ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

POUR L'ANNÉE 1886

Navigation

Plomberie

Ponts

Ports de mer

Souterrains

Véranda

Water-closets et urinoirs

TABLE DES PLANCHES

ANGERS. — TYPOGRAPHIE ET STÉRÉOTYPIE A. BURDIN ET Cie, RUE GARNIER, 4

New Annals of CONSTRUCTION.

Bureaux de Direction et de Rédaction : Chez BAUDRY et Cie, édit. 13, rue des Saints-Pères.

Tous les jours de 4 h. à 6 h.

Nouvelles Annales DE LA CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — n° 373 — Janvier 1886

Pl. 1-2, 3 et 4-5.

Neue Annalen der BAUKUNST.

ABONNEMENTS ET ANNONCES : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

15 fr. par an pour Paris. 18 fr. Départements. 20 fr. Union postale.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Construction d'un bassin de radoub dans l'arsenal de Saïgon, au moyen de caissons métalliques et d'air comprimé.

Pl. 1-2.

Le bassin, de radoub de Saïgon, actuellement en pleine exécution, est établi d'après les projets et par les soins de M. Hersent, ingénieur civil, entrepreneur des grands travaux du Danube à Vienne, des ports de Toulon, d'Anvers, etc. Ainsi que nous allons le voir, les moyens d'exécution proposés et mis en œuvre par cet éminent praticien ont été très bien étudiés dans tous leurs détails. Il y a lieu de noter, en outre, qu'à Saïgon on a eu de grandes difficultés à vaincre, étant donnée surtout la nature du climat.

L'établissement d'un bassin de radoub à Saïgon était très vivement réclamé; ce port étant devenu, dans ces dernières années, le centre commercial et administratif, le plus important de nos possessions de l'Indo-Chine.

L'emploi de l'air comprimé pour l'exécution des fondations, a été imposé tout d'abord par la nature du sol à l'endroit choisi. Les sondages ont accusé, en effet, une couche de sable à la profondeur de la fondation, c'est-à-dire à 10 mètres au-dessous du niveau de basse mer. On a donc craint, avec raison, d'avoir besoin de faire des épuisements trop importants, si l'on creusait la fouille à l'air libre par les moyens ordinaires.

Le mode de fondations par caissons métalliques a, par suite, été adopté. Le type employé est le même qu'aux bassins de Missiessy, à l'arsenal de Toulon (1); avec cette différence, toutefois, qu'à Saïgon on a préféré faire usage de deux caissons pour un même bassin, au lieu d'un seul comme à Toulon. Cette disposition, plus compliquée et aussi plus coûteuse, a eu pour but de diviser l'opération du fonçage en deux périodes. De cette façon, les agents et ouvriers européens ont pu être divisés en deux groupes suivant chacun une partie complète du travail, en résidant moins longtemps sur les chantiers de ces dangereuses latitudes.

En outre, les mesures nécessaires ont été prises pour éviter, autant que possible, les émanations pernicieuses provenant du maniement d'un sol imprégné de débris végétaux. Pour cela, on a imaginé de creuser les fouilles par dragages et d'évacuer les déblais par procédés hydrauliques.

L'entreprise comprend les divers travaux suivants :

1° Exécution de la fouille dans laquelle le bassin sera construit, et dressement du fond au moyen de l'air comprimé;

2° Fourniture et construction des caissons métalliques pour l'emploi de l'air comprimé. Le poids de ces caissons est évalué à 1 900 tonnes environ;

3° Exécution des maçonneries du bassin et de ses annexes et accessoires;

4° Fourniture et mise en place des machines à vapeur et des pompes d'épuisement et d'assèchement;

5° Fourniture et mise en place du bateau-porte en fer et acier, qui doit fermer le bassin.

L'entreprise a été faite, partie à forfait et partie sur série de prix.

La dépense totale de l'ensemble des travaux et fournitures est évaluée à environ sept millions de francs.

Description du bassin et des caissons. — Le bassin de radoub de Saïgon est destiné aux navires de l'Etat et aux paquebots du commerce.

Établi à proximité de la rivière qui forme le port de Saïgon et avec laquelle il communiquera, il doit mesurer intérieurement 161 mètres de longueur sur une largeur de 19m,08 au fond et de 26m,88 au couronnement (Fig. 1 et 2. Pl. 1-2 et fig. 1 et 2 ci-dessous) sa profondeur du seuil au-dessous du couronnement est de 9m,50 ; cette profondeur mesurée jusqu'au radier atteint 10m,60. A l'extérieur, l'ouvrage aura une longueur totale de 167m,50 sur 30 mètres de largeur ; la profondeur de la fondation au-dessous des basses mers atteindra environ 11 mètres.

Le corps du bassin de radoub repose sur deux caissons

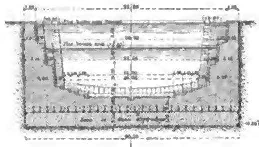


Fig. 1. Coupe transversale au milieu.

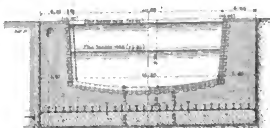


Fig. 2. Coupe par l'enclave du bateau-porte. Coupe suiv. AB de la fig. 2 (Pl. 1-2).

(1) Les deux bassins de radoub de la darse de Missiessy ont été construits, de 1878 à 1883, dans deux caissons métalliques de 5 600 mètres de surface chacun et 20 mètres de hauteur, déplaçant plus de 100 000 tonnes.

séparés ayant chacun 83 mètres de longueur, et qui seront réunis, à la fin de l'opération, par une maçonnerie étanche.

Les machines motrices, les pompes et le puisard seront installés sur un troisième caisson, ayant 20 mètres de longueur sur 12 mètres de largeur. Il formera, en même temps, mur en retour, et sera relié au corps du bassin par un joint en maçonnerie étanche dans lequel passera la galerie de communication du bassin au puisard.

Un quatrième caisson de 8 mètres de longueur sur 4 mètres de largeur servira à soutenir le mur en retour formant tête du bassin, du côté opposé aux machines. Ce mur sera relié au corps du bassin par une voûte en maçonnerie construite sur des enrochements posés dans l'espace libre entre le corps du bassin et le petit caisson.

Les deux grands caissons (Fig. 3, 4 et 5, pl. 1-2) mesurant chacun 83 mètres de longueur sur 30 mètres de largeur, sont, comme ceux de Toulon, coupés horizontalement par le plafond qui les divise, en deux compartiments distincts :

1° La partie inférieure ou *chambre de travail*, pour l'emploi de l'air comprimé ;

2° La partie supérieure, d'une seule pièce destinée à contenir les maçonneries du radier et des bajoyers.

La chambre de travail est divisée, par des poutres transversales, en 10 compartiments de $8^m,30$ de long sur 30 mètres de large, armaturés à l'intérieur au moyen de consoles. Le plafond est soutenu par des poutrelles à croisillons.

Chacun de ces compartiments est muni d'une cheminée avec écluse à air pour le passage des ouvriers employés dans l'air comprimé, au déblai et au rangement du béton; et de deux autres cheminées plus petites pour l'éclusage du béton de remplissage.

Cet emploi d'un grand nombre de cheminées a pour avantage de réduire le plus possible le travail intérieur, qui consiste à transporter le béton du pied de la cheminée au lieu d'emploi et à le pilonner.

L'extraction des déblais s'opère de la manière suivante :

Chaque compartiment est muni de robinets destinés à cet usage. Les déblais argileux ou sableux sont rendus demi-liquides par leur mélange avec l'eau du fond, ou bien avec de l'eau introduite de l'extérieur, sous pression.

Cette disposition, qui a été employée pour la première fois au pont d'Argenteuil, a rendu, depuis, de très grands services en simplifiant notablement le travail à faire dans l'air comprimé.

Les deux caissons du bassin de radoub sont presque identiques. Ils seront posés bout à bout, — comme nous l'avons dit, — de manière à laisser entre eux un espace de $1^m,50$, qui sera rempli à la fin du travail pour rendre les deux caissons tout à fait solidaires l'un de l'autre et former à l'intérieur une seule grande chambre absolument étanche.

Les parois des caissons sont fortement consolidées, tous les $8^m,30$, par de grandes contrefiches verticales assemblées à leur partie inférieure avec les poutres transversales.

Chaque caisson sera fermé à ses extrémités par des batardeaux métalliques à une seule paroi. Ces batardeaux devront être démontés lorsque les maçonneries du bassin seront terminées, tandis que les côtés latéraux resteront pour envelopper la maçonnerie et en assurer l'étanchéité.

Les hausses formant les côtés latéraux sont en tôle mince de 4 à 7 *mm* ; elles sont posées, au fur et à mesure de l'enfoncement du caisson, sur des armatures destinées à les soutenir.

Le poids total de chaque caisson est de 795 tonnes, se décomposant ainsi :

Caisson proprement dit.	650 T.
Hausses	84
Accessoires	61
Ensemble	795 T.

Son déplacement, atteint, avec 8 mètres de tirant d'eau, le chiffre de $20\,437^{m^3},920$.

Les maçonneries du bassin sont faites avec les granits de Binh-Dinh, près du cap Saint-Jacques, où une carrière importante, à proximité d'un *arroyo*, a été ouverte spécialement pour l'entreprise. Cette carrière pourra fournir tous les matériaux nécessaires à la construction du bassin.

Le mortier est fait avec du sable provenant des parties amont de la rivière de Saïgon, et du ciment de Portland ou de la chaux hydraulique.

Les angles d'élévation, les seuils, les arêtes de banquettes, les marches d'escaliers et les couronnements sont en pierre de taille. Les parements de surface du radier et des bajoyers sont en moellons smillés. Le corps des maçonneries est en moellons bruts. La partie inférieure sur le plafond, dans les poutrelles et le remplissage des chambres de travail est en béton.

Le cube des maçonneries peut se résumer comme suit :

Maçonnerie de pierres de taille. . . .	$1\,154\,m^3$
— de moellons smillés. . . .	2 279
— — bruts	19 577
— de béton	15 250
Total.	$38\,260\ m^3$

Appréciation des résistances des caissons. — On a déterminé, par le calcul, les efforts auxquels les caissons doivent être capables de résister pendant leur immersion. Pour cela, on a calculé les grandes poutres transversales qui constituent, à intervalles égaux de $8^m,30$, l'ossature de chaque caisson.

Ces poutres présentent le profil ci-contre (fig. 3); elles sont formées de tôles et cornières dont les épaisseurs varient entre 7 et 9 *mm* pour les âmes et entre 8 et 14 pour les cornières; leur moment d'inertie est de $I = 0,0599992$. Leur travail a été établi en supposant le caisson immergé de 8 mètres, ce qui correspond, à peu près à l'instant où le bord inférieur touche le fond de la fouille et, par suite, à celui où les charges seront les plus fortes.

Dans ces conditions, le calcul indique que les deux nervures des poutres supporteront un effort de compression qui s'élèvera pour la nervure supérieure à $11^k,52$ par millimètre carré, tandis qu'il ne sera que de $2^k,45$ pour la nervure inférieure.

Le travail de compression de $11^k,52$ ne doit pas paraître exagéré, si l'on considère que la partie supérieure des poutres est complètement enveloppée par la maçonnerie et ne peut subir, pour cette raison, aucune flexion latérale, et qu'en outre, la maçonnerie peut elle-même supporter ces pressions sans fatigue.

En somme, pendant toute la période d'enfoncement des caissons, le travail du fer, abstraction faite de celui des maçonneries, ne dépassera pas les limites recommandées par la pratique.

Les batardeaux, les parois verticales, les hausses, etc., ont été calculés séparément, en tenant compte, dans chaque cas, de l'appoint de résistance apporté par la maçonnerie.


Fig. 3.

Bateau-porte. — La fermeture du bassin de radoub sera obtenue au moyen d'un *bateau-porte* qu'on fera échouer dans ses enclaves pour fermer le bassin, et qu'on relèvera, au contraire, pour rétablir la communication entre le bassin et la rivière. Ce bateau-porte, en fer et acier (Fig. 6 et 7, Pl. 1-2), est composé de deux parties distinctes : le flotteur et les compartiments supérieurs.

Le flotteur a une section trapézoïdale, il est terminé à sa partie inférieure par une quille et, à sa partie supérieure, par un pont nommé : *pont du ressaut*. A l'intérieur sont installées les caisses à eau nécessaires pour les manœuvres. Le lest est logé dans la quille.

Les compartiments supérieurs, au nombre de trois, séparés par deux cloisons étanches, partent du pont du ressaut et sont terminés, à leur sommet, par une passerelle qui permet de circuler d'un côté du bassin à l'autre. Ils peuvent être alternativement remplis d'eau et vidés pour les manœuvres de la porte.

De la passerelle, on peut descendre dans l'intérieur de ces compartiments et aussi dans les flotteurs, à l'aide de trois cheminées verticales, rectangulaires et munies d'échelons.

Les principales dimensions du *bateau-porte* sont les suivantes :

Largeur au milieu.	au-dessus du pont du ressaut.	1m,50
	au-dessous — .	4 ,50
Hauteur de la porte jusqu'au pont du ressaut. . .		6 ,10
Hauteur totale de la porte		10 ,70
Largeur de la porte.	au-dessus du pont supérieur .	21 ,818
	au-dessous de la quille . .	19 ,92
Tirant d'eau à flot		5 ,90
Emersion pour sortir des rainures.	par basses mers	2 ,10
	par hautes mers	3 ,80
Largeur de la quille et des étambots		0 ,70
Largeur de la passerelle		1 ,90

Le poids du bateau-porte, sans lest, est d'environ 150 800 k. Le poids du lest s'élève à 115 700 kg.; enfin le déplacement du bateau-porte, avec le tirant d'eau de 5m,90, est de 266 500 kg.

Le bordé de la carène est en tôle de fer; les membrures intérieures sont en acier. Toutes ces matières sont zinguées et ensuite peintes à trois couches.

Le lest est formé avec des gueuses de fonte soigneusement arrimées au fond de la quille sur une couche de béton.

Les manœuvres du bateau-porte sont de deux sortes: il faut pouvoir l'échouer dans ses enclaves, et ensuite le relever pour l'en sortir.

1° Pour faire couler la porte dans ses enclaves, c'est-à-dire pour fermer le bassin, il faut d'abord remplir les caisses à eau; il suffit pour cela d'ouvrir les robinets qui les font communiquer avec l'eau extérieure. Cette manœuvre se fait de la passerelle, à l'aide de tringles équilibrées placées dans la cheminée centrale. Les caisses étant pleines, le tirant d'eau de la porte s'élèvera à environ 0m,250 au-dessus du pont du ressaut. Pour terminer l'échouage, il suffira de faire communiquer les compartiments supérieurs avec l'eau extérieure, en ouvrant les soupapes placées sur le pont du ressaut. La porte reposant alors au fond de ses enclaves, on fermera tous les robinets, vannes et soupapes, et on pourra épuiser l'eau du bassin.

2° Pour relever la porte, c'est-à-dire pour ouvrir le bassin, — on commence par ouvrir les vannes pour remplir d'eau ce dernier; puis on ouvre les soupapes qui font communiquer les compartiments supérieurs avec l'eau extérieure; on épuisera ensuite l'eau des caisses au moyen d'une pompe spéciale qui se manœuvre de la passerelle. La porte se soulèvera d'elle-même jusqu'à ce qu'elle n'ait plus que 5m,90 de tirant d'eau. A ce moment, elle pourra être dégagée de ses enclaves sans difficulté.

Les calculs de stabilité de cet appareil lui assurent une force *émersive*, ou force tendant à soulever le bateau, qui varie de 17t,534 pour un tirant d'eau de 7m,50, à 20t,524 pour un tirant d'eau de 9m,20, correspondant respectivement aux mers moyennes et aux hautes mers.

Quant aux calculs de résistance, ils donnent, pour les diverses membrures du bateau-porte, des chiffres variant entre 4k,82 et 6k,02 par millimètre carré.

Machines et pompes d'épuisement et d'assèchement. — Le bassin de radoub de Saïgon sera muni de deux machines motrices actionnant deux fortes pompes qui, en six heures, épuiseront les 30 000 mètres cubes d'eau qu'il doit contenir sur une hauteur maxima de 10m,30, comprise entre le fond du radier et le niveau des hautes eaux. Ces machines seront installées à gauche de l'entrée du bassin dans une chambre spéciale qui communiquera avec lui par l'intermédiaire d'un puisard et d'une galerie (Fig. 1 et 2. Pl. 1-2).

Les machines motrices construites par le Creusot, sont du type compound, verticales et à condensation. Elles ont une puissance de 172 chevaux indiqués et sont réglées pour marcher à la vitesse de 180 tours par minute.

Voici leurs principales dimensions :

Diamètre du petit cylindre	0m,380
— du grand cylindre.	0 ,520
Course commune des pistons	0 ,500
Diamètre du plongeur de la pompe à air. .	0 ,300
Course du plongeur	0 ,300

Les chaudières, au nombre de 6, sont placées dans un bâtiment voisin de la chambre des machines. Quatre de ces chaudières alimentent les machines motrices, les deux autres sont pour la réserve et l'alimentation des pompes d'assèchement.

Toutes sont à foyer intérieur amovible avec tubes en retour et réservoir d'eau et de vapeur. Elles sont timbrées à 5 kilog. Leurs grilles mesurent 1m,50 et leur surface de chauffe est de 68 mètres carrés par chaudière. Les tubes sont en laiton de 0m,0025 d'épaisseur et de 0m,070 de diamètre. L'alimentation est assurée par deux petits chevaux et deux injecteurs Giffard.

La cheminée en tôle zinguée mesure 1m,30 de diamètre intérieur à la base et 30 mètres de hauteur totale.

Les machines motrices mettent en mouvement, avons-nous dit, deux fortes pompes d'épuisement. Ces pompes sont du système centrifuge Dumont. Le diamètre de leurs disques en bronze est de 1m,60 et celui des tuyaux d'aspiration et de refoulement de 0m,50.

Pour assécher le bassin, c'est-à-dire pour maintenir la cale complètement sèche, quand l'eau en a été extraite et qu'un bateau y est en réparation, on dispose de deux autres pompes système Thirion, placées dans la chambre des machines motrices. Chacune de ces pompes comprend une machine à action directe à deux cylindres horizontaux de 192 mil. de diamètre et 280 mil. de course et deux corps de pompe d'un diamètre de 257 mil.

Elles peuvent élever chacune 200 mètres cubes d'eau à l'heure à 10m,30 de hauteur.

Les tuyaux d'aspiration et de refoulement ont 0m,200 de diamètre.

Tous les tuyaux de refoulement des pompes d'épuisement et d'assèchement viennent déboucher dans une galerie pratiquée dans la partie supérieure du bajoyer et communiquant avec la rivière tout près de l'installation des machines.

Organisation des chantiers. — Comme nous l'avons fait remarquer en commençant, on a dû se préoccuper sérieusement, pour l'exécution de cet important travail, des difficultés inhérentes au climat de la Cochinchine.

C'est ainsi que le personnel a été choisi, de préférence, parmi des gens ayant déjà habité les pays chauds. On a d'ailleurs commencé par leur construire des habitations assez loin de la fouille, de façon à les installer dans les meilleures conditions hygiéniques possibles. Le sol entourant la fouille et constituant le chantier, a été ensuite relevé, tant pour le mettre à la hauteur des futurs bajoyers que pour l'assainir immédiatement.

Les produits et matériaux expédiés d'Europe ont été classés méthodiquement au fur et à mesure de leur arrivée, et, pour faciliter leur débarquement, il a fallu construire deux estacades munies de grues à vapeur et desservies par un réseau de voies ferrées.

Pour le transport à pied-d'œuvre des matériaux du pays, on a organisé un service de remorquage comprenant deux bateaux à vapeur et 12 chalands.

Enfin une chaloupe à vapeur d'une vingtaine de chevaux, permet de transporter rapidement les agents de l'entreprise partout où le réclame leur service.

Les chantiers comprennent, en dehors de l'emplacement de la fouille et du montage des caissons, les magasins à chaux et ciment, les manèges à mortier, l'atelier de réparation, le chantier de montage des dragues et autres appareils, etc., etc.

Le matériel expédié d'Europe est très considérable, attendu qu'il a fallu s'assurer que rien ne manquerait et ne viendrait entraver le programme tracé d'avance et qui, jusqu'à présent, a été ponctuellement suivi.

Ce matériel comprend :

3 grues à vapeur,	ensemble	25	chevaux.	835 chevaux
3 bateaux à vapeur,	—	320	—	
1 drague,	—	80	—	
1 débarquement flottant,	—	100	—	
4 locomobiles,	—	50	—	
Les machines motrices pour les compresseurs d'air (1),	—	280	—	

6 bateaux de transport, de 200 tonneaux pour les déblais et matériaux;

6 bateaux de transport de 40 tonneaux, pour petits transports;

(1) Ces machines sont celles qui serviront ensuite à actionner les pompes d'épuisement.

2 kilomètres de voie, en rails de 18 kilog. et accessoires;
50 wagons à la voie de 1 mètre;
30 wagonnets Decauville et 300 mètres de voie de 50 cent.;
Outillage d'atelier pour forge, ajustage, charpenterie, etc.;
— de carriers, pour l'exploitation de la carrière du cap Saint-Jacques;
Compresseurs d'air, écluses à air, cheminées, échafaudages, etc., etc.

La *drague* construite pour creuser la fouille, doit rester à Saigon après l'achèvement des travaux. Elle est du type de celles précédemment établies par M. Hersent pour le canal de Panama et le dérochement de la Charente maritime. Elle est susceptible d'être utilisée, soit pour ouvrir un chenal en pleine terre, soit pour approfondir jusqu'à 11 mètres des canaux déjà existants. Sa coque en fer mesure 35 mètres de longueur, sur 6m,50 de largeur et 2m,50 de creux. Les chaudières ont 100 mètres carrés de surface de chauffe et la machine peut développer facilement 80 chevaux.

Comme les déblais de la fouille, extraits par la drague, doivent être transportés par eau à une grande distance et débarqués, pour être mis en dépôt loin de la rive, on se sert, pour effectuer cette opération, de bateaux de transport en fer et d'un appareil à vapeur, très ingénieusement conçu, désigné dans la nomenclature qui précède sous le nom de *Débarquement flottant*. Nous en avons déjà donné la description détaillée dans le *Portefeuille économique des machines* (1).

Exécution des travaux. — On a commencé par effectuer à sec les terrassements de la première tranche de la fouille. Un personnel d'ouvriers indigènes et de Chinois a été employé à ce travail, et le transport des déblais a eu lieu au moyen de wagonnets Decauville et avec des tombereaux traînés par des bœufs.

La drague a été mise ensuite en marche pour creuser la partie inférieure.

Pendant ce temps, le montage du premier caisson a été exécuté dans une enceinte isolée de la rivière par un batardeau, et maintenue facilement sèche à l'aide d'une pompe d'épuisement.

Quand le montage du premier caisson a été terminé, on a laissé entrer l'eau dans l'enceinte, pour faire flotter le caisson et l'amener à sa place définitive. On opérera de même pour le second caisson et l'on remblaiera ensuite la fosse de montage.

La maçonnerie de remplissage sur le plafond et sur les bords des caissons sera exécutée, comme on l'a fait à Toulon, par tranches successives qu'on élèvera toujours au-dessus du niveau de flottaison pour que les tôles ne soient jamais soumises à une pression latérale. Ces tôles n'ont, en effet, d'autre but que d'isoler la maçonnerie du contact de l'eau extérieure.

Le nettoyage des chambres de travail sera fait par syphonnage, après que chaque caisson aura été amené à sa profondeur. On effectuera ensuite le remplissage des chambres de travail avec du béton qui sera introduit par des cheminées spéciales permettant de faire près de 200 mètres cubes en 24 heures.

La jonction des deux caissons du bassin de radoub sera faite lorsqu'ils seront complètement assis. A cet effet, ils portent chacun, à l'une de leurs extrémités, un aileron extérieur de 0m,700 de long, destiné à former batardeau pour le nettoyage du fond du joint et la confection de la maçonnerie de remplissage. Dans le cas où le batardeau ainsi constitué ne serait pas suffisamment étanche, on poserait à l'extérieur, de chaque côté, un panneau métallique garni de bourrelets que la pression appliquera d'une manière hermétique.

A l'aide de cette disposition, on pourra, en toute sécurité, démonter les abouts métalliques des deux caissons et relier les maçonneries aussi exactement qu'on le voudra. Les parois métalliques supérieures seront également réunies en une seule.

Une fois ce travail de fondation tout à fait terminé, on procédera à l'exécution du pavage du radier et à l'élévation des bajoyers. On terminera, en même temps, la chambre des machines.

Le bateau-porte sera monté à l'intérieur du bassin, de façon que, lorsqu'on enlèvera le batardeau métallique de la tête d'aval, le bassin se trouvera prêt à être mis en service.

Pendant l'exécution des maçonneries et après l'achèvement des fouilles du bassin, le matériel de dragage sera utilisé pour le creusement du chenal d'accès, de telle sorte que ce chenal soit terminé en même temps que les maçonneries.

Nous avons dit que, jusqu'à présent, le programme d'exécution avait été ponctuellement rempli.

Voici quel est l'état d'avancement des travaux au 1er décembre 1885 :

Le premier grand caisson est en place, immergé de 2 mètres environ; le montage du second est à moitié terminé. Le caisson des machines est foncé et maçonné; le bâtiment spécial qui le surmonte est achevé et prêt à recevoir les machines actuellement en cours de transport. L'autre petit caisson servant à soutenir le mur en retour du côté opposé aux machines est aussi complètement terminé, de même que la maçonnerie qu'il doit supporter.

La drague approfondit la fouille du second grand caisson, à raison de 20 000 mètres cubes de déblais par mois.

L'exploitation des carrières ouvertes en 1884 est activement continuée. Ces carrières fournissent, en quantité suffisante, tous les matériaux nécessaires.

Les machines de travail sont toutes en service, et enfin la construction du bateau-porte est activement poussée dans les ateliers du Creusot.

Si rien ne vient entraver ces beaux travaux, qui sont, du reste, parfaitement conduits, le délai de 4 années fixé pour leur exécution à dater du mois de décembre 1883, ne sera pas atteint; car M. Hersent espère pouvoir livrer le bassin de radoub de Saigon à l'administration de la marine au plus tard le 1er août 1887.

G. Cerbelaud,
Ingénieur des arts et manufactures.

Épuration des eaux potables par le fer.

Pl. 3.

Articles antérieurs. — Bassin filtre des eaux de Marseille. *Nouv. Ann.*, 1859, Pl. 50. — Filtre naturel de la papeterie de MM. Züber et Riedel. 1870, Pl. 17. — Borne-fontaine filtrant les eaux de rivière. 1878, Pl. 29-30. — Distribution d'eau d'Anvers. Juin 1883.

MM. W. Anderson et G. H. Ogston ont présenté récemment à la Société des Ingénieurs civils de Londres deux mémoires (1) sur l'épuration de grands volumes d'eau potable par le fer et sur les effets réalisés par les appareils rotatifs de M. Anderson. Nous mettrons à contribution ces intéressantes communications pour faire connaître à nos lecteurs la position actuelle de l'importante question de l'emploi pratique du fer pour purifier les eaux potables.

On sait depuis longtemps déjà, qu'en laissant pendant un certain temps de l'eau en contact avec des surfaces de fer bien propres, on la débarrasse des matières organiques qu'elle tient en dissolution et on obtient un effet très sensible de purification. Il y a une trentaine d'années, Medlock, dans une patente pour un procédé d'épuration des eaux, décrivait un mode d'emploi de la tournure de fer.

Toutefois, le traitement par le fer des eaux potables ne paraît pas avoir reçu d'application industrielle jusqu'au jour où le professeur Bischoff a indiqué et fait breveter l'emploi, pour cet objet, d'un genre de fer nommé fer spongieux, ou éponge de fer, consistant en un oxyde de fer réduit qui n'a subi qu'un commencement de fusion.

M. Anderson dans un mémoire de 1882, sur la distribution d'eau d'Anvers (2), a décrit l'application de la méthode Bischoff pour la purification de grands volumes d'eau par filtration à travers une couche de 0,90 *m* d'épaisseur formée d'un mélange de fer spongieux et de gravier.

L'efficacité du procédé, en ce qui concerne son action sur la qualité de l'eau, ne laissait rien à désirer; un service ininterrompu de près de quatre années n'a pas paru affaiblir sensiblement l'effet de la matière filtrante ni en diminuer la masse dans une mesure appréciable.

Cependant, deux inconvénients ne tardèrent pas à se présenter. D'abord les filtres traversés par les eaux exceptionnellement impures de la Nèthe se montrèrent impuissants à

(1) Voir le *Portefeuille économique des Machines*, novembre 1885.

(1) *Excerpt Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, vol. LXXXI, session 1884-85, Part. III.
(2) Voir *Nouv. Ann.*, juin 1883.

traiter plus de la moitié du cube prévu; de plus, la couche supérieure du mélange de gravier et de fer spongieux se durcit graduellement et forma une croûte qui s'encombra bientôt d'eau vaseuse à tel point qu'il devint nécessaire de découvrir périodiquement le filtre, d'en ameublir la couche superficielle et de délayer les dépôts qui s'y étaient accumulés. Mais la nécessité même de ces opérations de nettoyage apporte le témoignage le plus convaincant de l'action puissante du fer.

Le filtre fut tout d'abord recouvert d'une couche de 0,60 *m* de sable fin; on laissa reposer l'eau pendant douze heures au moins avant de l'envoyer sur le filtre; on livrait ainsi l'eau au contact du fer dans un état de pureté aussi avancé que peuvent le donner le simple dépôt et la filtration sur le sable. Malgré ces précautions, dès que l'eau atteignait la mixture de fer, l'action était si énergique que non seulement la mixture elle-même subissait les altérations ci-dessus décrites, mais que de plus, l'influence du fer semblait s'étendre au-dessus de la place qu'il occupait, comme le montrait la décoloration du sable sur une épaisseur de 50 à 75 *mm* au-dessus de la couche de fer.

Les dépôts qui causaient tant d'inconvénients consistaient en un mélange de sels de chaux et de magnésie que l'eau abandonne, en perdant de sa dureté et de matières organiques que l'action du fer rend insolubles ou transforme en mucilages trop consistants pour traverser le filtre. Il est à peine nécessaire de faire remarquer qu'on ne trouve jamais aucun dépôt d'impuretés dans la masse de sable et de gravier des couches filtrantes ordinaires, de sorte qu'on ne peut attribuer qu'à l'action du fer le dépôt organique observé à Anvers.

L'augmentation constante des demandes d'eau prouva bientôt clairement qu'à une époque peu éloignée l'installation de filtrage deviendrait insuffisante pour l'alimentation des pompes. MM. W. Anderson et G. H. Ogston se mirent donc à l'œuvre pour étudier un moyen de mettre à profit l'extraordinaire puissance de purification du fer avec une dépense d'argent et d'espace moins considérable que celle qu'exigeaient les procédés jusqu'alors employés.

La grande difficulté de cette recherche résidait dans l'idée qui s'était enracinée dans les esprits qu'un contact de trois quarts d'heure au moins était indispensable en pratique pour réaliser l'effet voulu d'épuration. Feu le professeur Way et M. Ogston avaient montré, il est vrai, qu'avec du fer très finement divisé, sans mélange de gravier, un contact bien moins prolongé était suffisant. L'épuration est presque instantanée; une agitation de moins d'une demi-minute abaisse la teneur en azote organique au chiffre le plus bas qu'elle puisse atteindre. En fait, l'azote organique ne disparaît pas complètement, mais les éléments organiques les plus nuisibles semblent être détruits. Mais on savait aussi qu'un filtre composé de fer seul dans un état de grande division, s'obstruait très promptement; de telle sorte qu'il ne ressortait de ce mode d'emploi du fer aucun avantage pratique.

MM. Anderson et Ogston firent de nombreux essais avec différentes formes d'appareils combinés en vue d'assurer le passage rapide de l'eau à travers une masse de matière constamment agitée de façon que les éléments qui la composent ne puissent ni s'agglomérer ni perdre la netteté de leurs surfaces et d'enlever par le courant, en même temps que les impuretés séparées mécaniquement, tout le fer qui se dissout dans l'eau, pour être ensuite séparé, sur un filtre de sable, à l'état d'oxyde de fer auquel il est facilement amené par simple exposition à l'air. Mais le succès ne répondit pas à l'élévation des frais d'exploitation, de sorte qu'une disposition après l'autre dut être abandonnée.

On se décida enfin à essayer une méthode qui avait été, dès le début, suggérée par sir Frederick Abel qui, avec une grande expérience de l'emploi du fer pour l'épuration, conseillait de laisser là toute tentative de filtration proprement dite, c'est-à-dire de passage de l'eau au travers de grandes masses de fer, pour recourir simplement à l'agitation dans l'eau à traiter d'une quantité relativement faible de ce métal.

Un cylindre en tôle de fer de 1,373 *m* de diamètre et de 1,830 *m* de long fut donc disposé pour tourner autour de tourillons tubulaires et fut garni à l'intérieur de six lames radiales pour soulever la charge de fer et la laisser constamment retomber au sein de l'eau qui traverse lentement le cylindre.

Les orifices d'entrée et de sortie reçurent au début un diamètre de 50 *mm*, l'intention étant d'épurer à raison de 54,4 litres d'eau par minute, ce qui donnait la durée supposée nécessaire du contact, soit 45 minutes.

Le cylindre fut chargé de 457 *kg* de fer et mis en rotation à la vitesse d'un tiers de tour par minute. L'essai montra que l'eau entraînait beaucoup trop de métal. L'écoulement fut donc porté à 136,3 litres à la minute et l'on trouva que l'eau dissolvait encore la dose énorme de 0,17 *gr* par litre. On passa à un débit de 272,6 litres par minute et l'eau prenait encore 0,13 *gr* de fer par litre, soit environ neuf fois plus que la dose que l'expérience avait indiquée comme suffisante pour l'eau d'Anvers.

En même temps, M. Ogston expérimentait dans son laboratoire avec un petit modèle de tambour rotatif différentes sortes d'eaux qui semblent représenter suffisamment bien la généralité des eaux potables que l'on rencontre d'ordinaire.

Il résulte de ces essais que le premier effet visible de l'action du fer consiste dans la disparition de toute coloration que l'eau peut présenter. Une petite quantité de fer se dissout immédiatement, probablement à l'état de carbonate ferreux et se précipite aussitôt à l'état de protoxyde de fer. Après une courte exposition à l'air, ce dépôt se peroxyde et devient ainsi facile à séparer par filtrage sur une mince couche de sable. Une épaisseur de 0,10 *m* de sable suffit généralement pour produire, par une filtration rapide, une eau parfaitement limpide; le temps nécessaire pour le dépôt et l'oxydation avant le filtrage est de 5 à 6 heures.

L'effet de ce traitement sur les eaux qui ont été examinées consiste à les dépouiller entièrement de la coloration qu'elles doivent à la présence de matières organiques en dissolution; on le reconnaît en regardant l'eau suivant l'axe d'un tube de 0,60 *m* de long; et cette décoloration est accompagnée de la destruction de certains composés azotés, comme en témoignent les analyses chimiques par la diminution de la teneur en azote organique.

L'action du fer est, dans la plupart des cas, extrêmement rapide; avec des eaux très impures, le plein effet ne se produit qu'après un temps plus long, de sorte que 8 à 10 minutes sont nécessaires dans les cas les plus défavorables. Il est prouvé que tandis qu'une partie importante de la matière organique est attaquée par le fer, une certaine proportion résiste complètement à l'action de ce métal ou ne subit qu'une altération partielle. Cette proportion est, en général, de 1/3 à 1/2 de l'azote organique, mais, dans tous les cas, toute coloration a disparu et l'eau a pris la teinte vert clair des eaux pures.

Le tableau suivant montre la dose d'azote organique sur 1 000 000 parties des diverses eaux essayées; la liste comprend des échantillons de compositions très variées et de teneurs bien différentes en azote organique.

	Avant la purification dans le cylindre tournant	Après la purification dans le cylindre tournant
Eau de Zurich	0.020	0.010
— d'Ostende	0.140	0.080
— de Laeken	0.183	0.060
— de la Tamise	0.150	0.060
— de Malines	5.260	0.060
— d'Anvers	0.200	0.080
— de Northwich	0.110	0.040
— d'Uchen	0.060	0.010
— de New River	0.030	0.015
— d'égout de Hertford	0.330	0.080

M. Ogston fit aussi quelques expériences pour reconnaître si les organismes microscopiques qui existent dans les eaux étaient affectés par le procédé d'épuration au fer dans un cylindre tournant. Il chercha à déterminer l'aptitude de chaque nature d'eau, avant et après le traitement, à provoquer la fermentation putride dans des bouillons de culture convenablement préparés. Quelque sentiment qu'on entretienne à propos de la théorie de la propagation des maladies par les microbes, il est certain que la décomposition des matières organiques se produit rapidement par leur exposition à l'air humide aux températures ordinaires, quand on n'a pas enlevé à cet air les poussières qu'il tient en suspension; mais que, lorsque l'air a été dépouillé de ces poussières et des organismes par filtration ou par tout autre moyen efficace, les substances organiques peuvent y être exposées librement sans subir d'altération. De même, une eau convenablement stérilisée ne produit pas de décomposition dans les bouillons rendus spécialement sensibles.

Les essais de M. Ogston, dont le détail est exposé dans son mémoire, l'ont conduit à la conclusion que l'épuration par le

fer détruit complètement les microbes. Dans le plus grand nombre des expériences, l'eau après traitement, a été impuissante à produire la fermentation dans divers bouillons de culture. Quelques exceptions se sont rencontrées, mais M. Ogston les attribue à des imperfections de ses appareils d'épreuve, qui ont pu quelquefois laisser arriver un peu d'air atmosphérique au contact des préparations.

Ces essais étaient si encourageants que M. Anderson adapta au tambour de tôle de nouveaux tourillons avec conduits de 100 *mm* et expédia l'appareil à Anvers, où il fut mis en service régulier le 13 mars 1884 sur le pied de 734 litres à la minute, soit avec un contact de 3 1/2 minutes seulement qui se montra parfaitement suffisant pour l'épuration de l'eau. Le poids de fers pongieux usé pendant une période durant laquelle 21143 m^3 d'eau traversèrent l'appareil fut de 2,54 *gr* par mètre cube, y compris le carbone et les autres matières étrangères qui forment les 30 centièmes à peu près de la matière employée, de sorte qu'en réalité il n'y avait que 1,5 gramme environ de fer pur enlevé par mètre cube cube d'eau.

Le grand avantage de ce mode d'emploi du fer provient de cette circonstance que les surfaces de la matière épurante sont entretenues constamment propres et actives par le frottement qui s'exerce entre les morceaux et contre les parois du tambour qui les renferme et aussi dans l'eau qu'elles traversent en tombant. On a reconnu que le fer divisé sous presque toutes les formes possibles convient bien au procédé. Les matières les plus efficaces sont les débris du perçage et du tournage de la fonte, sans doute à cause des fentes et des éclats que chaque copeau présente; puis vient probablement ce qu'on appelle le fer spongieux; ensuite la fonte granulée en la coulant dans l'eau; et enfin les tournures de fer forgé et d'acier.

La découverte inattendue du fait que la durée du contact entre le fer et l'eau pouvait être réduite au douzième environ de celle qu'on avait toujours considérée comme indispensable, changeait complètement les conditions du problème.

M. Anderson put convaincre les administrations de la Compagnie des eaux d'Anvers, par l'action complète et continue pendant plusieurs mois du tambour expérimental, que le meilleur plan à adopter consistait dans l'adoption du système rotatif pour tout le cube d'eau distribué et dans la conversion des couches filtrantes de fer spongieux qui étaient en service en simples filtres de sable. Ce conseil fut suivi et l'on procéda aussitôt à l'établissement de l'installation représentée sur la pl. 3.

L'appareil se compose de trois épurateurs tournants, pouvant traiter ensemble 6.858 m^3 d'eau à la minute, ou 9 875 m^3 par jour, d'une petite machine à vapeur appliquée contre un mur, d'une transmission de mouvement, d'un réservoir muni d'un tamis fin pour retenir les impuretés grossières, et d'un bâtiment d'épuration de 9,45 *m* de long 7,95 *m* de large et 3,50 *m* de haut, accolé à l'annexe de l'usine élévatoire qui renferme la pompe hélicoïde.

Chaque épurateur consiste en un cylindre A de tôle (pl. 3) (1) de 1,525 *m* de diamètre sur 5 *m* de longueur maxima supporté horizontalement sur deux tourillons creux B de 0,254 *m* de diamètre intérieur, munis de presse-étoupe et à travers lesquels passent les conduites d'amenée et de départ de l'eau. Les fusées des tourillons, qui ont un diamètre de 0,394 *m* et une longueur de 0,127 *m*, reposent sur des blocs de fonte. Ceux-ci sont montés sur des supports qui sont fixés sur l'épaisse couche de béton dont toute la surface de la chambre a été garnie. Chacun de ces blocs peut-être ajusté à hauteur à l'aide d'un coin et d'une vis, ce qui permet de rattraper facilement l'usure, précaution nécessaire pour éviter tout effort transversal aux deux conduites d'eau.

Pour soulever les riblons et les déverser à travers l'eau, l'intérieur du tambour est muni, suivant des génératrices, de cinq auges courbes C, d'une largeur de 0,203 *m* et d'une bande plate de 0,152 *m* de large, formée en longueur de 20 palettes D de 0,152 *m* de long, assemblées chacune à un bras (voir fig. 5) qui traverse l'enveloppe du cylindre et se fixe par un écrou extérieur. Le but de cet arrangement spécial était de permettre, en obliquant un peu les palettes, de reporter les riblons vers l'orifice d'introduction de l'eau, au cas où la circulation de celle-ci tendrait à les entraîner du côté de la sortie.

Le tuyau d'entrée, à son débouché dans le cylindre, est masqué par un disque de tôle de 0,920 *m* de diamètre, fixé à une distance de 16 *mm* de la calotte sphérique qui forme le fond du tambour, de façon que l'eau est forcée, en s'introduisant dans l'appareil, de s'étendre en une nappe rayonnante de 16 *mm* d'épaisseur. Dans l'appareil expérimental, le tuyau de sortie était protégé par un tamis en zinc perforé, afin d'empêcher l'entraînement de menus morceaux de fer; mais ce tamis s'obstruait si rapidement de mousse et d'autres impuretés flottantes qu'il a fallu recourir à quelque autre disposition.

M. Anderson a constaté par expérience qu'une vitesse de 0,100 *m* ne réussissait à charrier dans un tube vertical que les plus fines particules du fer; il élargit donc l'orifice du tube de sortie sous la forme d'une cloche renversée d'un diamètre tel que le courant ascendant n'eut pas plus que cette vitesse. Les riblons qui tombent sur cette cloche glissent sur sa face convexe et ne sont pas relevés par l'eau qui s'écoule lentement de bas en haut.

On craignait fort les difficultés que pouvait amener la tendance des riblons à voyager avec l'eau, mais la pratique a montré que cette tendance n'existe pas ou qu'elle est du moins très faible. La vitesse moyenne du courant suivant la longueur du cylindre dépasse très peu 18 *mm*, mais le mouvement de l'eau probablement très irrégulier et sans cesse tourbillonnant, s'oppose en fait au transport du riblon vers l'orifice d'émission. Le tambour d'essai a fonctionné pendant des mois sans qu'on puisse observer aucun transport longitudinal du fer, mais, avec les grands cylindres qui viennent d'être décrits, le riblon a montré une légère tendance à se déplacer dans la direction prévue.

Le tuyau de sortie E de 0,254 *m* communique par un coude au quart avec un tuyau vertical F de 0,305 *m* de diamètre qui traverse le fond d'un réservoir auquel il sert en partie de support; le pied de ce tuyau repose sur la couche de béton et forme une poche munie d'un regard G fermé par une portière; on peut facilement extraire par cette ouverture les poussières qui pourraient se détacher du riblon. Sur le tambour, au milieu de sa longueur, il y a un trou d'homme ordinaire par lequel on peut introduire rapidement les additions qu'il faut faire périodiquement à la charge de riblons.

Un robinet à air est disposé pour l'expulsion de l'air à la mise en marche, et pour donner issue de temps en temps aux gaz que certaines eaux dégagent pendant le fonctionnement de l'appareil. Ces gaz sont si pauvres en oxygène qu'ils éteignent instantanément un rat de cave allumé.

Les trois tambours rotatifs sont placés côte à côte et communiquent du côté de l'introduction de l'eau avec des branchements de 0,254 *m* reliés par des valves avec la conduite principale de refoulement des pompes dont le diamètre est de 0,508 *m*. Les tuyaux d'émission de l'eau s'ouvrent tous les trois dans un réservoir en tôle L de 4,575 *m* de long, 1,067 *m* de large et 0,915 *m* de haut, muni d'un tamis incliné H couverte d'une toile métallique en fer galvanisé à 16 mailles au décimètre. L'arête supérieure du tamis est bordée par un chéneau disposé pour recevoir et entraîner toute matière solide qui pourrait de temps à autre sortir des cylindres épurateurs. Le but du tamis est de retenir la grande quantité de mousse et autres impuretés qui, surtout en été, prennent naissance dans les tuyaux d'aspiration des pompes et, en s'en détachant, pénètrent jusque sur les couches des filtres. Il est à remarquer que des végétations de ce genre ne se produisent plus dans l'eau après qu'elle a été épurée. Pour isoler l'un des tambours du réservoir, on pose simplement un couvercle garni de caoutchouc sur l'embouchure du tuyau d'émission correspondant.

Le mécanisme d'entraînement consiste en un anneau denté I fixé autour d'une des extrémités de chaque cylindre. Chacune de ces bagues est attaquée par une transmission montée sur un bâti approprié qui se fixe sur le béton. Cette transmission est commandée, à l'aide d'une courroie K de 64 *mm*, par un arbre de couche relié directement à l'arbre moteur d'une machine appliquée au mur de la salle des pompes. Cette machine a un cylindre de 0,159 *m* de diamètre et 0,229 *m* de course.

Le poids total de chaque épurateur rempli d'eau et d'une charge de 1 118 kilogrammes de riblons est de 14 515 *kg* et la force nécessaire pour le faire tourner à la vitesse d'un tiers de révolution à la minute est de 0,4 cheval-vapeur.

Le débit total des trois épurateurs est de 68 152 000 m^3 par semaine.

Le prix d'établissement en Angleterre, bâtiment compris, serait de 58 000 francs et les frais d'exploitation, en comptant

(1) Cette planche est extraite des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de Londres*.

pour l'usure 5 0/0 de la valeur du bâtiment et 10 0/0 de celle du matériel, et 5 0/0 d'intérêt sur l'ensemble de la dépense, serait de 2,71 francs par 1 000 mètres cubes. La dépense en main-d'œuvre et matières seulement n'est que de 0,70 *fr* par mille mètres cubes d'eau (1). La quantité totale de fer en usage ne dépasse pas 3 1/2 tonnes (2). Si l'on avait développé les filtres primitifs pour épurer le même cube d'eau qu'avec les appareils rotatifs, le poids total de fer employé dans les couches filtrantes se serait élevé à 1 827 tonnes.

L'installation a été mise en service le 12 mars 1885. On dit que l'eau distribuée dans la ville est exceptionnellement limpide et claire (3). La répartition des riblons sur la longueur des cylindres tournants reste remarquablement égale, non seulement comme quantité, mais même comme proportion des parties fines aux gros morceaux.

Nous ajoutons que l'épuration par le fer est pratiquée aussi à Versailles par M. Emile Richard, ingénieur des eaux de cette ville.

Dès 1880, M. Richard présentait à la Société des sciences naturelles et médicales de Seine-et-Oise un procédé pour la purification de l'eau à l'aide du fer et du charbon de bois dans les fontaines à filtre des ménages. Ce procédé est assez employé depuis cette époque à Versailles. On suspend dans le grand compartiment de la fontaine à filtre, par une chaînette de fer, un coffret en tôle perforée, que l'on remplit périodiquement de charbon de bois concassé. On renouvelle le charbon à raison de 1 gramme environ par litre et on paraît satisfait de cette pratique fort simple.

De plus, M. Richard a appliqué l'action purifiante du fer et du charbon à l'eau de Seine qui arrive de Port-Marly à Versailles. Des cylindres en tôle perforée, remplis de charbon de bois, sont alignés en quatre couches superposées. On interpose du gravier dans les lits ainsi formés pour composer un filtre. D'autres cylindres sont remplis de paille de fer et disposés de même. Enfin, des cylindres semblables sont remplis de gravier. L'eau traverse successivement les filtres de gravier, de fer et de charbon et la proportion d'azote organique diminue sensiblement par cette épuration.

Les cylindres qui, tout chargés, ne pèsent pas plus de 15 *kg*, sont retirés de temps en temps, nettoyés par rotation dans l'eau et rechargés quand besoin est.

Les éléments d'appréciation nous manquent pour comparer ce procédé à celui de M. Anderson, mais nous ne serions pas surpris qu'il donnât un prix de revient moindre avec une aussi bonne épuration.

A. B.

Hôtel particulier à Paris, rue Dumont-d'Urville et rue La Pérouse.

MM. William et Farge, architectes.

Pl. 4-5.

Articles antérieurs. — Maison de M. Gasnier, par M. Millet. Nouv. Ann. 1858. Pl. 7. — Maison du quai Valmy, 1861. Pl. 5-6. — Maison de M. Brouty, 1861. Pl. 35, 36, 37, 38. — Maison de Sanges, 1873. Pl. 11, 12, 13. — Maison à Asnières, 1874. Pl. 20. — Maison Cramail, 1874. Pl. 33-34. — Petit hôtel rue Saint-Pétersbourg, 1877. Pl. 37-38. — Hôtel de Freissinet, 1879. Pl. 51-52. — Petit hôtel à Passy, 1880. Pl. 35-36. — Hôtel de M. Segui, 1881. Pl. 5. — Hôtel de M. Plunkett, 1881. Pl 10, 17. — Hôtel de M. d'Aguiar, rue de Prony, 1882. Pl. 42-43 et 44-45. — Hôtel particulier à Paris, boulevard Arago, 1884. Pl. 7-8. — Maison d'habitation à Paris-Reuilly, 1884. Pl. 31-32. — Hôtels particuliers à Paris, rues Dumont-d'Urville et La Pérouse. 1885. Pl. 29-30 et 31.

Entrées. — L'entrée principale de cet hôtel est en façade sur la rue Dumont-d'Urville (pl. 4-5, fig. 3), tandis que l'entrée du service et des voitures se fait par la rue La Pérouse parallèle à la première. Une grande grille de fer s'ouvre pour les voitures, et un guichet donne, tout à côté, passage aux piétons.

Sous-sol (fig. 2). Il se compose d'une cuisine munie d'un grand fourneau en fonte, d'un âtre, d'une grillade, d'une rôtisserie, etc.; puis d'un monte-plats du système Chédeville, de grandes caves, d'un calorifère chauffant le vestibule et les pièces de réception au rez-de-chaussée, la cage du grand escalier, les chambres du premier étage et la salle de bains, enfin d'un cabinet d'aisances pour les domestiques.

La descente des vins se fait par l'escalier de service.

Rez-de-chaussée (fig. 3). — Le sol est surélevé de 1,50 *m* environ au-dessus du niveau du trottoir sur la rue Dumont-d'Urville. — Le grand vestibule, pavé en mosaïque, dessert directement :

1° Le grand salon, décoré dans le genre Louis XIII; plafond orné.

2° Le petit salon; plafond orné, genre Louis XIII.

3° La salle à manger; plafond orné, genre renaissance.

4° L'office, dans lequel débouche le monte-plats venant du sous-sol.

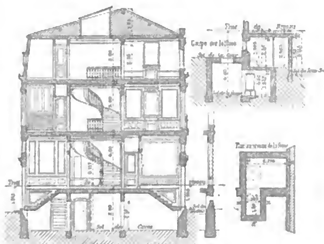
5° Un cabinet d'aisances avec siège en acajou, cuvette d'aisances et urinoir fixe en faïence à effet d'eau.

6° Le grand escalier, dont les murs sont tendus d'étoffe.

7° Enfin l'escalier de service.

Premier étage (fig. 4). — Cet étage comprend : deux chambres à coucher éclairées sur la rue Dumont-d'Urville; l'une de ces chambres peut servir de petit salon ou boudoir; elle est décorée en conséquence.

Un cabinet de toilette servant à la grande chambre et éclairé par une trémie vitrée dans le comble; on trouve dans ce cabinet un lavabo à table de marbre alimenté d'eau.



Une troisième chambre à coucher éclairée sur la rue La Pérouse, avec cabinet de toilette prenant jour sur la salle de bains.

Une salle de bains munie de sa baignoire et d'un chauffe-linge; le chauffe-bains est installé à l'étage supérieur.

Un cabinet d'aisances semblable à celui du rez-de-chaussée.

Deuxième étage. — A cet étage se trouvent deux chambres à coucher éclairées sur la rue Dumont-d'Urville; un cabinet de toilette éclairé par une trémie de la chambre principale. — Deux chambres de domestiques. — Une lingerie pouvant servir de chambre à coucher pour une bonne. — Un cabinet d'aisances.

Combles. — Ils comprennent les greniers, dépôts ou débarras.

Gaz. — La cuisine, les vestibules et les dégagements, le grand escalier et l'escalier de service, le cabinet de toilette au premier étage, la salle de bains, l'office, les cabinets d'aisances du sous-sol, du rez-de-chaussée et du premier étage, sont éclairés au gaz.

Eau. — La cour, la cuisine, les cabinets d'aisances, la

(1) Nous comprenons que cette dépense est celle de l'épuration proprement dite à l'aide du fer. Les dépenses de service et d'entretien des filtres sont à ajouter. On dit qu'elles sont considérables.

(2) Le fer dissout par semaine de plein service sera d'environ 100 *kg*.

(3) Il aurait été intéressant de donner ici l'analyse comparative de l'eau à l'entrée et à la sortie de l'essai d'épuration. Le tableau donné plus haut ne peut naturellement pas combler cette lacune. (N. de la R.)

salle de bains, les cabinets de toilette sont alimentés d'eau; un poste d'eau avec vidoir est, en outre, installé au deuxième étage.

Sonneries. — Des sonneries électriques sont établies dans toutes les parties de l'hôtel.

Dépendances. — Dans la cour qui précède l'hôtel sur la rue La Pérouse, pourrait être construit (fig. 3) un petit bâtiment contenant une écurie pour un cheval et une remise pour deux voitures.

Vidanges. — Une fosse est construite en partie sous la cour et en partie sous l'hôtel (fig. ci-dessus); un appareil du système diviseur y fonctionne.

Façade principale (fig. 1). — Le mélange des briques, intercalées par assises, à la pierre de taille, les bossages à table saillante, les clefs de voussure à pointe-de-diamant, et surtout les couronnements des lucarnes ou fenêtres en attique au-dessus de l'entablement sont autant de réminiscences agréables de la fin de la Renaissance en France.

Les deux balcons en pierre au premier étage, les couronnements des fenêtres au deuxième, la corniche portée sur modillons font des saillies qui suffisent à mouvementer la façade. La baie de porte, surmontée d'une imposte divisée par un meneau et rétrécie, en deux barbacanes, est assez ornée pour indiquer l'entrée d'un petit hôtel.

Les dimensions des baies de fenêtres du rez-de-chaussée, en même temps qu'elles assurent l'éclairage, indiquent clairement que cette partie de l'hôtel est destinée aux appartement de réception; mais pour laisser au soubassement de la façade une apparence de solidité, de fermeté, les appuis de ces fenêtres et les petits pilastres qui les supportent, ainsi que les parties de trumeaux à hauteur des appuis, sont faits en pierre de taille. Des panneaux en fer forgé garnissent les intervalles entre les supports des appuis.

A l'étage en attique, la partie du comble en brisis étant divisée par les couronnements des fenêtres-lucarnes, il a fallu disposer, entre chaque baie, un tuyau de descente qui amène l'eau arrivant du toit, entre les combles des frontons, jusqu'à un chéneau porté sur la corniche d'entablement. C'est là l'inconvénient inséparable de la disposition adoptée ici pour les couronnements des fenêtres d'attique, disposition très pittoresque, mais entraînant des complications de plomberie assez coûteuses et d'un entretien difficile.

La partie du comble dite pan brisé, presque verticale, est couverte en ardoises sur crochets; la partie supérieure de ce comble est couverte en zinc.

Voici le résumé des dépenses :

Maçonnerie	35 717,00 *fr*
Charpente	2 600,00
Serrurerie	5 212,00
Fumisterie	2 100,00
Couverture et plomberie	3 410,00
Peinture et vitrerie	3 430,00
Marbrerie	1 530,00
— toilettes et marches	164,50
Egouts	1 450,00
Sonneries électriques	420,00
Mosaïques	330,00
Carrelages	279,60
Gaz	489,00
Miroiterie	1 400,00
Dorure	1 000,00
Peinture décorative	1 005,00
Toiles peintes	500,00
Tentures	600,00
Sculpture	180,00
Pâtisserie décorative	951,50
Persiennes	700,00
Monte-plats	360,00
Stucs	300,00
Trottoirs	500,00
Marbrerie : cheminées	612,50
Menuiserie	8 789,00
Total	74 030,10 *fr*

E. Rivoalen.

Dérasement des récifs de Hell Gate.

Le n° de décembre 1885 des *Nouvelles Annales de la Construction* contient un article portant le titre sus-indiqué.

Tout en laissant aux sources, dans lesquelles l'auteur peut avoir puisé les éléments de ce mémoire la responsabilité des appréciations, il paraît utile d'indiquer en peu de mots les avantages du procédé suivi par le général Newton pour le dérasement des seuils de Hallet's Point et de Flood Rock.

Les procédés employés pour le dérasement des autres récifs de l'East-River causaient des dangers et de fréquentes interruptions à la navigation, tout en imposant aux travaux de nombreuses sujétions.

En creusant, ainsi que cela a été fait pour Hallet's Point et pour Flood Rock, sous une calotte protectrice, des galeries pouvant recevoir une grande partie des débris de cette calotte et des piliers qui la supportaient, une seule et unique explosion simultanée de toutes les mines préparées d'avance suffit pour provoquer l'effondrement de toute la roche minée.

Après l'explosion, il ne reste qu'à enlever ou à déplacer les fragments qui émergent au-dessus du niveau qui assure le tirant d'eau voulu.

Il va de soi que l'affaissement des débris dans les galeries se fera d'autant mieux, que la calotte aura été plus réduite et que les vides créés par les galeries auront été plus grands.

La nécessité du maintien de nombreux piliers de soutènement exclut toutefois la possibilité d'arriver, rien que par l'effondrement succédant à l'explosion, à une surface bien réglée.

Pour prévenir la nécessité de dragages ultérieurs, il faudrait donner de très grandes profondeurs aux galeries; il y a là une question de juste mesure et d'appréciation.

En portant un jugement sur le procédé de dérasement de Hallet's Point et de Flood Rock, il ne faut donc pas perdre de vue que le cube de roches à enlever à la drague, après l'explosion unique, n'est qu'une faible fraction de celui qui se trouvait au dessus du niveau jusqu'auquel le dérasement devait se faire.

Au point de vue de la navigation, ce procédé présente l'énorme avantage de n'entraîner qu'une seule et très courte suspension du mouvement. Il n'est pas possible de chiffrer cet avantage, mais il est d'autant plus grand que la navigation est plus importante.

E. Pontzen.

JURISPRUDENCE

Grosses réparations; réparations d'entretien; mur; reconstruction; tapisseries, boiseries, peintures; accessoires; nu-propriétaire; usufruitier.

Cour de Cassation, 19 *octobre* 1885.

Le mur d'un immeuble, appartenant à un nu-propriétaire et grevé des droits d'un usufruitier, menace ruine; on est obligé de le reconstruire; mais ce mur était, à l'intérieur des appartements, orné de tapisseries, de boiseries et de peintures qu'il a fallu détruire; à qui incombe le soin et la charge de les refaire?

Le tribunal civil de Lyon, par jugement en date du 24 juillet 1884, a décidé que cette réfection ne pouvait être considérée comme constituant une réparation d'entretien, mais bien comme l'accessoire d'une grosse réparation qui devait être supportée par le sieur C. nu-propriétaire de l'immeuble (voir art. 605 C. civ.).

Le pourvoi, formé contre cette décision, a été rejeté par la chambre des requêtes.

Jules Fabre.
Avocat à la cour de Paris.

Le gérant : Ch. Béranger,
ingénieur civil des mines
15, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4.

New Annals of CONSTRUCTION.

Bureaux de Direction et de Rédaction : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

TOUS LES JOURS de 4 h. à 8 h.

Neue Annalen der BAUKUNST.

ABONNEMENTS ET ANNONCES : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

15 fr. par an pour Paris.
18 fr. Départements.
20 fr. Union postale.

Nouvelles Annales de la CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — No 374 — Février 1886

PL. 6-7 et 8-9.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Ponts-levis construits sur les embranchements du canal de Charleroi à Bruxelles.

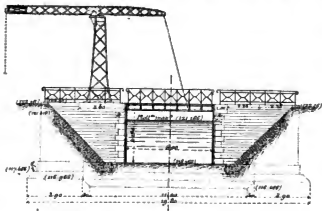
M. HANS, ingénieur en chef.

PL. 6-7.

Les ponts-levis établis sur les embranchements du canal de Charleroi à Bruxelles présentent une passe navigable de 6 m d'ouverture libre avec tablier métallique de 4,40 m de largeur.

Le passage des bateaux de 5 m de largeur et de 2,10 m de tirant d'eau est facilité dans ces ouvertures rétrécies par un abaissement de 0,50 m du plafond du canal près de ces ouvrages d'art.

Les culées de ces ponts sont en moellons bruts avec parements en moellons bien équarris à la pointe, disposés par assises réglées se raccordant avec les appareils de pierre de taille des musoirs et des rainures des poutrelles.



Élévation d'un pont-levis.

Le tablier métallique est formé de deux longerons de 7,31 m de longueur et de 0,40 m de hauteur espacés de 2,80 m d'axe en axe et réunis par neuf entretoises sur lesquelles sont fixés deux planchers, l'un en bois de chêne, l'autre en bois blanc.

Ce dernier plancher est remplacé par des cordes plates en aloès de 0,035 m environ d'épaisseur sur les ponts où la circulation est active; la dépense de premier établissement est augmentée dans ce cas d'environ 220 francs, cette augmentation est largement compensée par une notable diminution des frais d'entretien, les platelages en cordes d'aloès ayant une durée de beaucoup supérieure à celle des planches en bois blanc.

La voie charretière de ces ponts a 2,60 m de largeur, elle est bordée de deux trottoirs en bois de chêne de 0,90 m de largeur reposant sur des consoles rivées aux longerons.

Les longerons, les entretoises et les consoles des trottoirs sont en acier laminé, les montants du portique et les flèches de la bascule sont en fer; les contre poids de la bascule sont formés de coffres creux en fonte boulonnés aux flèches, les cavités de ces coffres peuvent recevoir des prismes en fonte et cette disposition permet de modifier aisément la charge aux extrémités de la bascule.

Les axes de rotation du tablier sont en acier martelé; les axes de rotation des flèches et les axes des tringles de suspension sont en fer fin grain.

Les dimensions des diverses parties du tablier en acier sont telles que la tension maxima par millimètre carré est inférieure à 10 kg sous l'action combinée du poids mort et d'une voiture pesant 18 000 kg, cette voiture reposant sur deux essieux distants de 3 m et les deux roues de chaque essieu étant espacées de 1,50 m.

L'action de cette charge mobile est sensiblement équivalente à celle d'une surcharge de 1 000 kg par mètre carré de tablier, trottoirs compris.

Des supports en fonte sont placés dans des battées sous les extrémités des deux longerons; la hauteur de ces supports est réglée de telle manière que le tablier ne repose jamais sur les axes de rotation lorsque le pont est baissé.

La manœuvre du tablier se fait à l'aide d'une chaîne fixée à l'extrémité de l'une des flèches de la bascule; cette manœuvre est facilitée par un treuil muni d'un frein et placé dans l'un des montants du portique.

Nous résumons ci-après les dépenses occasionnées par la construction de ce pont.

RÉSUMÉ DES DÉPENSES

Terrassements	499,20 fr
Maçonnerie	12 819,64
Parties métalliques	9 621,05
Remblaiements	343,20
Perrés des talus de la cunette	5 875,12
Pavages	419,98
Charpente	518,81
Ensemble	30 097,00 fr

Dans cette somme le tablier métallique figure pour 8754,14 fr, soit 1 197,50 fr par mètre courant et 272,20 fr par mètre superficiel de surface couverte.

Charpente en fer de 20,95 m de portée, pour halle à voyageurs.

Pl. 8-9.

Articles antérieurs. — Charpente en fer, station de Tythe-Bairn. *Nouv. Ann.*, 1855. Pl. 15. — Charpente en tôle de la gare de Saint-Germain. 1855. Pl. 21-22. — Charpente économique de la gare de Philadelphie. 1856. Pl. 7. — Charpente de la gare du Nord, à Paris 1857. Pl. 13-14. — Comble en fer de la gare de Bordeaux. 1860. Pl. 49-50 et 51-52. — Charpente en fer des Aubrais. 1866. Pl. 51-52. — Charpente de la nouvelle gare d'Orléans. 1870. Pl. 1-2. — Charpente en fer de la gare d'Agen. 1870. Pl. 31-32. — Charpente en fer de la gare de Berlin. 1874. Pl. 13. — Charpente en fer de la gare de Naples. 1875. Pl. 47-48 et 49-50. — Charpente en fer de 9,40 m de portée, Compagnie du chemin de fer de Grande-Ceinture, 1883. Pl. 1-2.

La halle à voyageurs de la gare d'Hendaye, dont nous donnons la description, a été mise au concours par la Compagnie des chemins de fer du Midi, d'après les données de M. Maréchal, ingénieur en chef de la voie.

L'entreprise comprenait non seulement la charpente en fer, mais encore la couverture en zinc, la vitrerie et la peinture. Parmi les projets présentés, celui de M. Moisant, constructeur à Paris, a été choisi comme réunissant les meilleures conditions. Ce travail, traité à forfait pour la somme de 116 450 *fr*, a été exécuté à l'entière satisfaction de la Compagnie.

Cette halle mesure une longueur de 127 *m*, divisée en 31 travées de 4 *m* à 4,30 *m* et une largeur de 20,95 *m* d'axe en axe des colonnes.

Du côté des voies, la construction repose sur des colonnes en fonte à section octogonale de 200 *mm* de diamètre. Un auvent de 3 *m* de saillie abrite le dernier quai, de sorte que la largeur de la halle est de 23,95 *m*.

De l'autre côté, elle est adossée au bâtiment même de la gare, et supportée par des corbeaux en fonte scellés dans les murs et par des demi-colonnes de même style que celles du côté des voies.

La charpente proprement dite (fig. 1) se compose de fermes à treillis, système Polonceau, à deux contrefiches, avec tirants en fer rond. Du côté des voies, ces fermes reposent soit directement sur les colonnes, soit sur des sablières ayant des portées de 8 à 12 *m* suivant les nécessités du service des voies.

Les pannes en fer à I ordinaire de 120 *mm* supportent des tasseaux en bois servant à fixer un voligeage qui reçoit la couverture en zinc.

Une grande lanterne vitrée de 6,70 *m* de largeur, s'étend sur la longueur de 29 travées, soit 118,40 *m*.

Les extrémités de la halle sont fermées en partie par des pignons vitrés (fig. 7) qui reposent chacun sur une grande poutre en arc formant entrait des fermes extrêmes, laquelle poutre est construite d'une façon toute spéciale.

Cette poutre doit en effet pouvoir résister au poids du vitrage qui agit verticalement, et surtout à l'action du vent que l'on suppose avoir une direction horizontale. Dans ces conditions on a donné à la poutre la forme d'une immense cornière.

La partie verticale est composée de 4 cornières de $\frac{60 \times 60}{11}$ réunies par des croisillons et par des montants correspondant à ceux de la partie vitrée qui est au-dessus ; de plus, chacun de ces montants porte un fer à I simple formant feuillure, de sorte que l'on peut vitrer aussi cette partie verticale de la poutre.

La partie horizontale est une nervure formée d'une tôle pleine de 10 *mm* d'épaisseur bordée de 2 cornières $\frac{60 \times 60}{8}$ et rivée sur la poutre verticale dont on vient de parler. Elle présente la forme d'un solide d'égale résistance, ayant au milieu une largeur de 700 *mm* qui se réduit à 200 *mm* près de ses extrémités.

Des consoles en tôle de 6 *mm* d'épaisseur relient la nervure horizontale à la partie verticale, de sorte que l'ensemble présente une très grande rigidité et peut résister aussi bien au poids du vitrage qu'à l'action du vent.

La halle qui vient d'être décrite comporte une surface de 3 041 m^2, ce qui fait ressortir à 38,30 *fr* le prix par mètre carré de surface couverte ; ce prix comprend, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, la charpente en fer, la couverture en zinc, la vitrerie et la peinture.

REVUE TECHNOLOGIQUE

Note sur un Procédé pour constater la gélivité des matériaux,

Par M. Ad. Blumcke

Nous avons donné en 1884 (1) un mémoire très complet sur les recherches faites par M. Braun sur la gélivité des matériaux de construction.

Nous ferons connaître aujourd'hui à nos lecteurs une note intéressante que vient de nous adresser M. Ad. Blümcke, sur ses travaux exécutés au cabinet de physique de l'École technique de Munich.

M. Blümcke rappelle d'abord quelques-uns des procédés les plus importants :

Ceux de M. Brard, de M. Braun et de M. L. Tetmayer. Le procédé de M. Brard consiste à saturer le corps avec une solution chaude de sulfate de soude ; on laisse cristalliser le sel, et on admet que la force expansive de ce sel est égale à celle de l'eau congelée.

M. Braun définit une pierre gélive celle dans laquelle la résistance à la traction longitudinale est moindre que la force d'expansion de l'eau contenue dans ses pores au moment de sa transformation en glace.

Pour constater la gélivité, M. L. Tetmayer se sert du coefficient de constance, c'est-à-dire du rapport de résistance du corps sec à celle du corps lorsqu'il est humecté.

Nous ne ferons que mentionner le procédé d'examen de M. Hempel au moyen de l'acide chlorhydrique.

Il est surprenant, dit M. Blümcke, que l'on n'ait pas encore essayé de soumettre les matériaux à des froids produits artificiellement, bien que Brard ait déjà indiqué cette solution (2). « La force qui rompt l'adhérence des pierres gélives quand on les expose aux atteintes de la gelée et aux alternatives des saisons qui se succèdent si rapidement en Europe, est la même cause qui fait éclater les arbres dans nos forêts et qui brise les vases de terre et de verre dans lesquels on fait congeler l'eau... Cela étant reconnu, il s'agissait, pour résoudre le problème, de trouver un agent dont les effets fussent analogues à ceux de l'eau congelée : or, la première idée qui se présente est celle de produire un froid artificiel et d'y exposer la pierre que l'on veut étudier, autant de fois que la prudence l'exigerait pour que l'on pût en obtenir une conviction satisfaisante. Ce moyen serait sans doute le meilleur de tous, s'il était praticable en grand, mais comme il ne l'est point et que les substances réfrigérantes pourraient d'ailleurs altérer certaines pierres et déguiser ainsi l'action de la gelée proprement dite, il faut renoncer à ce procédé, malgré tous les avantages qu'il semblerait promettre. »

M. Blümcke se rallie complètement à l'idée d'Héricart de Thury qui fait à ce sujet la remarque suivante (3) : « Il ne serait peut-être pas aussi impossible que le pense l'auteur de faire éprouver aux pierres d'appareil l'action directe de la gelée produite par un froid artificiel ; voici même à ce sujet ce que l'on a proposé dernièrement :

« On placerait la pierre d'épreuve, convenablement humectée, dans un vase de fer-blanc que l'on entourerait de tous sens d'un mélange réfrigérant, composé de glace pilée et de chlorure de sodium ; on enfoncerait un thermomètre dans le mélange de sel et de glace et un dans le vase qui contiendrait la pierre. Du moment où les thermomètres marqueraient ensemble — 2 degrés, on examinerait la pierre une première fois pour savoir si elle est attaquée à ce degré de froid ; et l'on en ferait autant chaque fois que les deux thermomètres descendraient ensemble à — 4, 6, 8, 10, 15 degrés, qui est à peu près le maximum du froid à Paris. »

Au mois d'avril dernier, M. Blümcke commença ses travaux.

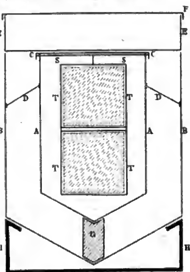
La coupe transversale ci-dessous montre clairement la disposition de l'appareil employé.

A chaque essai, on faisait reposer deux pierres sur une monture en cuivre FF suspendue à la barre S. Le tout plongeait dans un vase cylindrique en fer-blanc A, conique à la base. Ce vase A était fermé par un couvercle C.

Le vase A se trouvait renfermé dans un second vase B de

(1) *Nouv. Ann. de la Constr.* Janvier 1884.
(2) Brard. (Rondelet, *L'Art de bâtir.*)
(3) Héricart de Thury. (Rondelet, *L'Art de bâtir.*)

même forme, laissant entre eux un espace de 5 centimètres que l'on remplissait d'un mélange réfrigérant.



Le vase A était soutenu par un petit support G et maintenu en équilibre par les fils D. Sur le vase B reposait le vase E haut de cinq centimètres et fermé par le couvercle F. Ce vase E devait également recevoir un mélange réfrigérant.

L'appareil entier reposait sur une simple monture H.

On obtenait l'écoulement du mélange réfrigérant fondu au moyen d'un siphon.

Le mélange réfrigérant employé consistait en trois parties de glace pilée et une partie de sel marin. La température dans le vase A atteignait — 15 degrés, ce dont on pouvait se rendre compte en forant un trou dans la pierre essayée et en y introduisant un thermomètre. La pierre avait acquis la température du mélange réfrigérant au bout de deux heures, mais, pour plus de sécurité, on laissait la pierre pendant au moins trois heures dans l'appareil. La matière isolante employée consistait en feutre ou en sciure de bois sèche.

Les échantillons des matériaux à essayer étaient taillés en cubes de 0m,08 de côté et à surfaces rugueuses.

Deux échantillons de chaque sorte furent soumis aux épreuves. L'un était tout à fait imbibé d'eau distillée en le mettant sous le récipient d'une machine pneumatique. Il est bon de remarquer qu'il est impossible, surtout lorsqu'il s'agit de corps très poreux, de les mettre complètement humectés dans l'appareil.

Au sortir de l'appareil, on plaçait l'échantillon dans un vase rempli d'eau distillée pendant trois ou quatre heures, les matériaux gélifs se détachaient en petites particules pour tomber au fond du vase. Avant de remettre l'échantillon dans l'appareil, on frottait doucement les surfaces avec une plume, et ce n'est qu'après cette opération qu'on le soumettait de nouveau à l'effet de la gelée. On répétait l'opération dix fois, puis on évaporait l'eau du vase contenant les particules détachées pour constater le déchet.

Lorsque des traces visibles de destruction apparaissaient avant la dixième gelée, on évaluait de suite le déchet.

Le second échantillon fut arrosé d'eau sur trois côtés pendant une heure au moyen d'une pomme d'arrosoir, et dans ce cas on n'évalua pas le déchet ; on se contenta seulement de constater les premières marques de destruction qui étaient tout à fait semblables à celles de l'échantillon entièrement imbibé. Dans les deux cas, les échantillons offraient le même aspect que s'ils eussent été exposés à un froid naturel.

Il est à remarquer que les marques de destruction se montrèrent souvent beaucoup plus tard sur les échantillons arrosés que sur les autres ; ce qui s'explique facilement si l'on songe que dans les échantillons complètement humectés un plus grand nombre de points est offert aux attaques de la gelée.

M. Ad. Blümcke a consigné dans le tableau suivant les résultats qu'il a obtenus pour les corps complètement humectés. Les poids spécifiques avaient été déterminés sur les corps séchés à 30 degrés, de sorte que les chiffres indiquant l'eau absorbée se rapportent aux corps desséchés.

D'après les observations consignées dans le tableau ci-dessous, M. Blümcke se croit en droit de conclure qu'un corps est d'autant plus gélif que la quantité de particules qu'il perd après un certain nombre de gelées est plus grande.

Nos d'ordre	DÉSIGNATION et PROVENANCE	Poids spécifique	Quantité d'eau	Nombre d'immersions	Perte de matière en grammes	OBSERVATIONS
	GRÈS					Après un certain nombre de gelées, les grès montrèrent des fentes qui suivaient parallèlement et de très près une ou plusieurs arêtes et qui, à la longue, occasionnèrent l'ébrèchement.
1	Blanc. Langenzenn......	1.97	22.6	2	5.0058	Des morceaux assez considérables se détachèrent.
2	Vert. Ellingen..........	2.00	21.1	3	0.7510	Fentes à travers tout le bloc.
3	Gris. Oberdachstetten..	2.06	21.1	3	0.5910	Idem.
4	Jaune. Seugast..........	1.83	32.6	3	0.4562	Était traversé d'une couche plus foncée, laquelle se marqua plus que les couches claires, tandis que dans l'une de ces dernières il se fit une fente.
5	Havé rouge et blanc. Waldaschaff..........	2.32	11.0	3	0.4067	
6	Vert. Albach.	2.14	16.1	4	0.2817	S'effeuilla à sa surface.
7	Jaune. Provenance inc.	2.31	14.6	6	0.2541	Très grandes fentes.
8	Jaune. Zeil............	2.18	13.9	8	0.1053	S'effeuilla.
9	Gris. Gründen..........	2.44	13.7	13	0.0815	A la troisième gelée, un éclat se détacha, tandis que les fentes le long des arêtes ne se montrèrent qu'à la quarante-troisième gelée.
10	Rouge. Rothenfels s.-M.	2.31	11.3	21	0.0820	

Ayant ainsi un terme de comparaison, on peut établir une échelle de gélivité en constatant par un grand nombre d'essais les pertes moyennes de substances faciles à se procurer. On trouvera ensuite le degré de gélivité d'un corps quelconque en constatant, par un certain nombre de gelées, soit dix, la perte qu'il éprouve, et, en comparant cette perte à celles des matériaux de l'échelle, ce qui évitera de continuer l'expérience jusqu'à la destruction du corps.

Cette méthode permet d'évaluer au bout de combien de temps un corps gélif présentera les premières marques de destruction. Il est pour cela nécessaire d'évaluer approximativement les alternatives de gelée et de dégel dans un hiver moyen et de savoir après combien de gelées arrive la destruction d'un corps soumis aux essais ci-dessus.

Si toutefois, fait remarquer M. Ad. Blümcke, dans les corps soumis aux essais, on n'observait pas de marques de destruction, il ne faudrait pas conclure à leur non-gélivité. Il faudrait poursuivre en employant des températures plus basses, sans qu'il soit cependant nécessaire de dépasser — 40 degrés, qui est la plus basse température que des matériaux puissent en réalité avoir à supporter.

M. Ad. Blümcke termine en manifestant l'espoir qu'il a démontré qu'il est possible de répondre d'une manière satisfaisante à toutes les questions relatives à la gélivité des matériaux avec des moyens simples, mais ne pouvant être efficaces qu'entre des mains expérimentées.

Tuile étirée.

Les tuiles dont on fait une si grande consommation pour la couverture des bâtiments, surtout pour les constructions industrielles et rurales, sont de formes et de qualités assez diverses.

La tuile plate carrée, dite tuile de Bourgogne, ainsi que la tuile creuse, ont été à peu près les seules employées jusque vers 1850.

La tuile de Bourgogne forme une excellente couverture ne laissant passer ni le vent, ni la pluie, ni la neige ; on peut encore voir, à Paris même, des toitures anciennes qui témoignent de la longue durée de ces tuiles et de leur bon usage. Mais la nécessité de ne donner au *pureau* ou partie directement utile de la tuile, que le tiers seulement de la surface de chaque pièce, conduit à des couvertures pesant un poids énorme et exigeant, par conséquent, de fortes char-

pentes. Si on réduit le recouvrement pour diminuer le poids de la toiture, on diminue ses qualités d'impénétrabilité.

Bien des recherches ont été faites pour améliorer les tuiles en vue de réduire le poids et le prix des couvertures, mais ce n'est qu'en 1847 que les premières tuiles perfectionnées ont été fabriquées mécaniquement par MM. Gilardoni frères à Altkirch en Alsace.

Depuis ce temps, des améliorations successives ont été faites : on a diminué la surface perdue par les recouvrements et, en même temps, le poids par mètre superficiel. Les facilités d'écoulement des eaux ont été augmentées ; on a pratiqué des modes d'assemblage fort ingénieux et amélioré les attaches des tuiles aux lattes, mais ces perfectionnements ont conduit à des formes compliquées.

Les principales tuiles employées à Paris sont la tuile E. Muller et la tuile de Montchanin dérivées du genre créé par les frères Gilardoni ; elles sont connues sous le nom de tuile *à emboîtement* ou sous celui de tuile *mécanique*.

Le tableau ci-dessous donne les renseignements caractéristiques sur les types de tuiles qui viennent d'être cités.

DÉSIGNATION	Longueur	Largeur	Poids d'une tuile	Surface couverte par une tuile	Nombre de tuiles par mètre carré de couverture	Poids d'un m² de couverture	Prix du mille tuiles à Paris	Prix des tuiles par m² de couverture	Prix des lattes	Prix total des fournitures
	m	m	kg	m²		kg	fr	fr.	fr.	fr
Tuile plate de Bourgogne gr. m.	0.30	0.23	2.3	0.023	39	89.7	50	1.95	0.20	2.15
Tuile plate de Bourgogne pet. m	0.24	0.195	1.3	0.0136	64	83.2	35	2.24	0.25	2.19
Tuile Gilardoni	0.38	0.23	2.7	0.066	15	40.5	120	1.80	0.21	2.01
Tuile E. Muller......	0.38	0.23	3.2	0.066	15	48.0	130	1.95	0.21	2.16
Tuile de Montchanin.	0.40	0.24	3.5	0.077	13	45.5	120	1.56	0.20	1.76

Depuis longtemps déjà le moulage des tuiles à la main, qui exigeait une grande habileté, a été remplacé par le moulage mécanique, qui se pratique à l'aide de moules en plâtre ou en métal logés dans des presses assez semblables aux presses monétaires.

Le moule en plâtre a l'avantage de ne pas adhérer à la terre, mais il est fragile et nécessite l'emploi d'un plâtre d'excellente qualité et une main d'œuvre spéciale qu'il n'est pas toujours facile de se procurer.

Le moule en métal est solide, mais il a besoin d'être rendu onctueux avant le frappage de chaque tuile pour éviter l'adhérence de la terre après le métal.

La difficulté de produire économiquement par moulage de grande quantités de tuiles a fait penser depuis longtemps à fabriquer ce produit par simple étirage.

En 1865, M. Leroy a fait breveter une fabrication de tuiles plates carrées entièrement faites à la filière, y compris le crochet. On comprend qu'avec une filière présentant la forme



Fig. 1.

ci-contre et un tablier coupeur spécial on pouvait produire des tuiles plates en coupant le ruban étiré à longueur voulue et en enlevant la nervure sur une partie de cette longueur avec un fil de fer mobile verticalement.

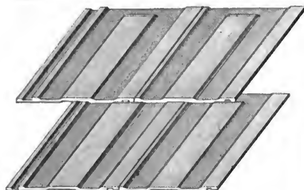


Fig. 2.

On conçoit qu'il était plus difficile d'obtenir à la filière des tuiles à emboîtement, car l'étirage ne pouvait donner les agrafes qui, dans ces types de tuiles, forment les joints horizontaux.

Ce n'est qu'en modifiant assez profondément la forme habituelle des tuiles à emboîtement et après de laborieuses recherches qu'on a résolu ce problème dans la fabrique de Zollikofen près de Berne en Suisse.

Les inventeurs, MM. Stadler et Eggimann, ont appelé leur produit, *tuile de montagne*.

La tuile a la forme que représente la figure ci-dessus ; on voit que les joints latéraux sont, comme dans les tuiles mécaniques, formés d'une feuillure et d'une saillie qui s'emboîtent sur toute la hauteur de la tuile. L'assemblage de chaque rangée de tuiles avec la rangée inférieure a lieu par recouvrement comme dans les tuiles plates ; les joints latéraux de deux rangées consécutives sont croisés. Chaque tuile s'accroche sur la latte par un ou deux crochets.

Pour fabriquer ce produit, la terre, convenablement préparée, est poussée par une hélice à travers une filière en fonte dont les croquis ci-dessous montrent la forme.

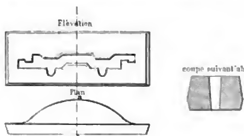


Fig. 3.

Comme la pâte, poussée par l'hélice de la machine, tendrait à passer plus facilement par le milieu de la filière que par les côtés où la résistance à l'écoulement est naturellement plus grande, on donne à celle-ci une épaisseur plus forte au milieu que sur les côtés afin de compenser par une augmentation de frottement la plus grande facilité à l'écoulement.

Dans le sens de la largeur, la filière présente à la terre un évasement qui dépend de la section du vide en chaque point de la filière et de son éloignement de l'axe de celle-ci. Ces formes varient pour chaque sorte de terre et suivant la consistance à laquelle on l'emploie.

A l'étirage, la plate-bande qui occupe le milieu de la face supérieure de la tuile ainsi que les deux nervures qui fournissent les crochets sur la face inférieure, règnent naturellement sur toute la longueur du ruban fabriqué. Il faut sur chaque tuile couper la plate-bande supérieure O (figures ci-dessous) sur une longueur d'environ 0,09 *m* destinée au recouvrement et abattre les nervures inférieures sur 0,10 *m* pour laisser seulement aux crochets la longueur qu'ils doivent avoir.

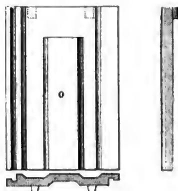


Fig. 4.

Cet enlèvement des parties inutiles ainsi que le coupage de la tuile à sa longueur sont produits par un tablier coupeur spécial placé sur le prolongement de l'axe de la filière.

Ce tablier est mobile suivant l'axe du propulseur; sa surface supérieure est formée de cylindres très roulants et évidés aux passages A, des saillies sur lesquelles sont conservés les crochets. (Voir les figures ci-contre.)

Pendant la sortie du ruban de terre, l'ouvrier maintient le chariot immobile, les galets qui supportent la tuile tournent et un fil de fer B tendu horizontalement enlève les deux saillies inférieures.

Quand le ruban a atteint une longueur suffisante, l'ouvrier placé au tablier le laisse avancer sur ses galets G, relève la poignée C et abat en même temps les arcs D portant les fils de fer tendus E.

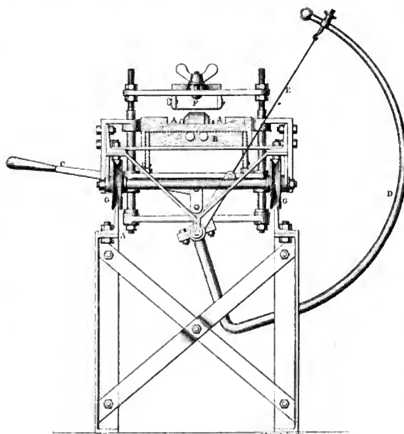
La première de ces manœuvres abaisse les fils horizontaux B et F, disposés sur la même monture; les crochets sont alors laissés intacts par le fil inférieur pendant que le fil F, placé en avant de B, par rapport à la marche de la tuile, enlève la plate-bande pour former le recouvrement.

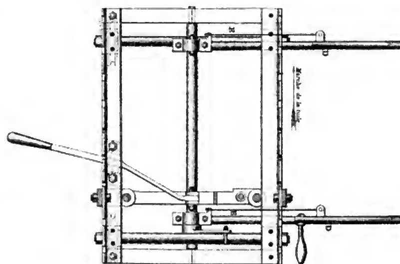
L'abaissement des arcs D coupe la tuile à sa longueur qui est déterminée par l'écartement compris entre les fils E.

Le chariot est ramené contre le propulseur.

Chaque tuile, terminée, continue son chemin, poussée par le ruban sortant de la filière, et arrive sur un petit châssis garni de rouleaux et faisant suite au tablier coupeur.

Ce châssis bascule autour d'un axe horizontal et permet, par son renversement, de placer la tuile finie sur une planchette sur laquelle elle reste pendant le séchage.





La forme des tuiles de montagne, qui est plus plate que celle des autres tuiles à emboîtement, se prête bien à un enfournement économique. L'arrimage de ces tuiles pour les transports se fait bien, grâce à sa forme simple; la casse est réduite par suite de cet arrimage facile.

Les couvertures faites avec la tuile de montagne, d'après les témoignages recueillis auprès des architectes qui les emploient, sont bonnes et s'établissent facilement.

Le poids des tuiles de montagne est d'environ 2,200 *kg* la pièce; il en faut 17 pour couvrir un m^2, ce qui porte à 37,400 *kg* le poids des tuiles par mètre superficiel de toiture. Ce genre de tuiles se vend de 100 à 110 francs le mille pris à l'usine.

La fabrication de la tuile de montagne est économique, peu compliquée, mais elle exige une attention soutenue de la part de l'ouvrier coupeur et des soins pour l'entretien en état constant de propreté des divers fils du tablier. La préparation des terres employées à cette fabrication doit être faite avec soin si on veut obtenir d'une manière continue des produits irréprochables. L'étirage demande, pour donner des surfaces lisses et des arêtes vives, une pâte bien homogène et sans corps durs ou fibreux comme les cailloux, les racines et les brindilles de bois.

Résistance des matériaux de construction aux effets des incendies.

Les *Nouvelles Annales de la Construction*, dans leur numéro de décembre 1885, ont appelé l'attention de leurs lecteurs sur les expériences faites par M. Bauschinger, de Munich, sur les supports métalliques et les piles en maçonnerie exposés à la chaleur des incendies, ainsi que sur les moyens qu'il y a lieu d'employer pour conserver leur résistance normale à ces éléments importants de la stabilité générale des constructions.

Dans un mémoire que nous avons publié en 1882 dans le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse* et dans lequel nous traitions la question de la résistance des matériaux de construction aux effets des incendies, nous arrivions aux mêmes conclusions que le professeur de Munich en ce qui concerne les supports métalliques.

Nous disions à ce sujet que le moyen le plus sûr de les soustraire à l'influence redoutable d'un foyer d'incendie est de les entourer d'une chemise en terre réfractaire, séparée elle-même du métal par un matelas d'air.

De cette façon, la colonne proprement dite n'est plus exposée au rayonnement direct du foyer, et surtout aux fâcheux effets de l'eau qui provoque des refroidissements partiels souvent plus dangereux que l'action, même prolongée, des flammes.

En ce qui concerne les piliers en maçonnerie, qu'il nous soit permis de différer à la fois de l'avis exprimé par M. Bauschinger et de l'opinion à laquelle s'est arrêtée la direction de police de Berlin.

En effet, M. Bauschinger estime que c'est le granite qui résiste le mieux et le calcaire le moins.

Il résulte cependant de constatations faites pendant l'incendie de Boston que des murs de granite exposés à l'action d'une chaleur intense furent violemment désagrégés et que des fragments en furent projetés dans toutes les directions.

Les matériaux qui ont le mieux supporté l'action du feu pendant le terrible incendie de Chicago sont les différentes variétés de grès employés dans cette ville. Dans une construction faite en grès de Cleveland, on n'a reconnu, paraît-il, ni fissures ni traces d'éclats.

Il semble donc résulter de ces faits que les composés siliceux sédimentaires résistent mieux que les silicates d'origine cristalline ou éruptive.

Quant aux briques, le cas qu'on en peut faire dépend de leur composition. Tout le monde sait que les argiles renfermant de la chaux sont très fusibles, et qu'elles deviennent d'autant plus réfractaires qu'elles contiennent une proportion plus considérable d'alumine. Il faut donc faire un choix judicieux avant de compter par trop sur leur résistance.

Quand on les emploie en piles isolées d'une certaine hauteur, l'attention doit se porter aussi sur le retrait considérable qu'elles subissent sous l'action de la chaleur. Ce retrait, le plus souvent, est la cause de la ruine des cheminées, murs ou piliers en briques qui sont fortement échauffés sur une seule face et qui, pour cette raison, s'abîment toujours dans l'intérieur du brasier.

Les pierres siliceuses naturelles qui présentent une composition intime régulière paraissent offrir des garanties plus complètes et, à notre avis, un pilier composé de pierre meulière ou de grès dur maçonné au ciment de Portland pur, réunirait les meilleures qualités de résistance au feu.

La solidité du Portland dans ce cas est d'ailleurs hors de doute, et l'incendie de Chicago en a fourni de nombreux exemples. On cite notamment des pierres factices en béton de ciment qui ont pu être réemployées dans les nouvelles constructions.

Il s'agit seulement de savoir si ces pierres n'étaient pas une exception.

Quoiqu'il en soit, nos expériences personnelles ont prouvé que le ciment résiste parfaitement au feu; mais elles ont montré aussi qu'il est important, pour obtenir un effet certain, d'employer le ciment pur, car toute addition de sable, même siliceux, lui enlève une partie de sa dureté après son exposition à la chaleur.

Le ciment Portland, utilisé comme enduit, a même la propriété de préserver de toute altération notable les matériaux de nature médiocre qu'il recouvre. Ainsi, une brique de mauvaise qualité, éclatant à la chaleur, a parfaitement résisté à la chaleur d'un ardent foyer pendant trois heures quand elle était recouverte d'un enduit en ciment de 0,02 *m* d'épaisseur.

Il est inutile d'ajouter que l'enduit n'avait pas souffert, au moins d'une façon apparente.

Nous ne croyons cependant pas qu'on puisse conclure de nos expériences, pas plus d'ailleurs que de celles faites par M. Bauschinger, qu'il existe des matériaux de construction pouvant résister sans aucune dégradation aux actions combinées de la chaleur et de l'eau froide. Cette invulnérabilité n'est que relative, mais il importe seulement qu'elle soit suffisante quand on doit y avoir recours.

Ainsi, il est essentiel qu'un pilier résiste à un feu d'étage; mais si tout le bâtiment vient à flamber, si les planchers s'effondrent entraînant à leur suite les murs d'enceinte, peu importe, il nous semble, qu'un pilier resté debout au rez-de-chaussée, cède ou non à la chaleur développée par l'amas incandescent sous lequel il est enfoui.

En ce qui concerne le ciment Portland, il convient aussi de remarquer qu'une projection d'eau, faite sur sa surface rougie au feu, détermine une série de petites explosions de vapeur qui font éclater le parement en parcelles et le corroderaient promptement, très probablement, si la masse était soumise plusieurs fois à ces actions contraires.

Pour un seul emploi d'eau, la croûte enlevée n'a que quelques millimètres d'épaisseur et l'enduit sous-jacent conserve sa dureté et son adhérence.

Quant aux pierres calcaires ou pierres à bâtir qui sont, en grande partie, des carbonates de chaux, l'action d'une forte chaleur les convertit en chaux.

Mais il faut bien remarquer que cette action des flammes ne peut s'exercer que sur le parement de la maçonnerie. Les parties profondes des murs, piliers ou massifs ne peuvent guère être atteintes, protégées qu'elles sont par l'humidité atmosphérique qu'elles contiennent et par leur mauvaise conductibilité de la chaleur.

La couche superficielle de chaux est infusible et tend à garantir les parties profondes tant que cette croûte de chaux n'est pas atteinte par l'eau qui la corrode, la fait tomber et rend ainsi les parties sous-jacentes plus vulnérables.

Dans les incendies les plus violents, la pierre de taille des piliers n'est atteinte sérieusement que sur une bien faible épaisseur. Ce qui occasionne l'écroulement des murs, n'est pas la ruine des matériaux qui les composent, mais le plus souvent la chute des planchers qu'ils supportent et le plus souvent aussi l'effet de contraction qui se produit sur leurs faces exposées plus particulièrement au rayonnement direct du foyer.

On peut avancer que leur force portante subsiste presque entière et que leur chute ne s'opère qu'à la suite d'efforts latéraux sous l'influence desquels ils fléchiraient aussi facilement sans que l'action de la chaleur y intervînt d'aucune manière.

En fait, nous ne croyons pas qu'on puisse citer un bâtiment en feu s'écroulant quand ses planchers étaient intacts ou même quand ses maîtresses poutres seules avaient résisté.

Et d'ailleurs, il est bien rare que les murs s'effondrent en écrasant leur base qui deviendrait insuffisante pour les soutenir; ils s'abattent tout d'une pièce en se repliant sur leur partie médiane comme sur une charnière et s'agenouillent dans le brasier.

Dans un pilier isolé sur toutes ses faces, l'action de la chaleur se fait évidemment sentir mieux que sur un mur, mais la décomposition ne pénètre guère plus profondément sur chaque parement, attendu qu'il se produit, contre les parois verticales, un courant d'air ascendant qui empêche la masse du pilier de prendre un très haut degré de température.

Si la pile est au milieu du foyer, la contraction se produit également sur chacune de ses faces et l'on a moins à craindre les effets de torsion.

En somme, pour éviter les effets pernicieux de la chaleur, d'une part, et de l'eau ensuite, sur les piles en calcaire ou bien en briques de qualité moyenne, il suffit d'en protéger le parement par un revêtement en matériaux réfractaires, posés au ciment Portland pur.

Ce parement pourra satisfaire à toutes les exigences de dilatation ou de contraction qui se produiront dans sa masse, laquelle ne s'échauffera d'ailleurs que superficiellement, tandis que le noyau central, destiné à supporter la charge verticale de la construction, sera soustrait à la fois aux actions décomposantes de la chaleur et aux jets d'eau froide qui sont plus dangereux encore. Il travaillera donc dans les conditions ordinaires de résistance des matériaux dont il sera composé.

Au lieu de rechercher des combinaisons coûteuses, ou même quelquefois impraticables, de matériaux spéciaux destinés à résister plus ou moins complètement et sûrement aux flammes, nous estimons donc qu'il est plus simple d'opposer à la chaleur une chemise isolante qui supporte son effort principal avec une résistance suffisante pour protéger efficacement les supports qui intéressent la stabilité de l'édifice.

Cet effet peut être obtenu par un revêtement en terre réfractaire de bonne qualité ou en ciment Portland pur dont l'épaisseur doit être proportionnelle à la quantité de matériaux combustibles qui peuvent alimenter un incendie d'étage.

Si l'enveloppe isolante est altérée en quelques points par la violence des flammes, il suffit de la remplacer après l'incendie ; mais le principal est que la pile en maçonnerie calcaire ou en briques ordinaires n'ait pas souffert.

Il ne faut pas exagérer non plus, au point de vue de la solidité des constructions, l'importance des précautions à prendre pour préserver les supports métalliques et les piles isolées contre les attaques du feu. On a vu que, dans la plupart des cas, les colonnes en fonte et les piliers en pierre de taille, ou même en briques d'une certaine épaisseur, résistent suffisamment.

Quant aux supports en fer, il est indispensable de les protéger contre la flexion qu'ils prennent rapidement quand ils sont exposés à l'action d'un foyer ardent. Il serait même à souhaiter qu'on les proscrivît entièrement des constructions nouvelles.

Il y aurait d'ailleurs beaucoup à dire sur l'emploi du fer dans les planchers et sur la sécurité, plus fictive que réelle, qu'il procure contre les incendies.

P. Chenevier,
architecte départemental à Verdun.

CHRONIQUE

Pont sur le Saint-John River.

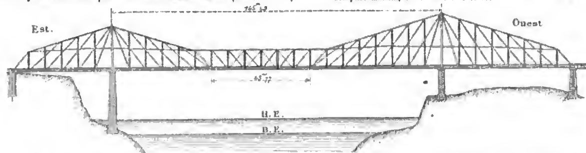
Jusqu'au 30 septembre 1885, jour de l'ouverture du pont sur le Saint-John River, les chemins de fer de l'Etat de Maine (Etats-Unis) n'étaient pas en communication avec ceux du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Ecosse. On n'avait même pas pu établir un service de bac pour le transport des trains, car le Saint-John subit dans la partie inférieure de son cours les fortes variations de marée de la baie de Fundy, dans laquelle il jette ses eaux, et qui atteignent 6,70 *m*. Les travaux pour assurer dans de telles conditions l'accès des trains sur un bac, auraient été très dispendieux.

Le Saint-John River a sur une grande longueur l'aspect d'un bras de mer, mais il se trouve resserré près de son embouchure, en aval de la ville de Saint-John, entre deux promontoires qui s'élèvent à une grande hauteur. Un pont suspendu a été établi, il y a longtemps, en cet endroit, et c'est à peu de distance en amont de ce pont suspendu que fut établi le pont pour chemin de fer dont nous donnons, d'après le *Railroad Gazette*, une description sommaire.

Le système choisi pour la construction de ce pont, dont l'ouverture centrale d'axe en axe des piles est de 145,49 *m*, est celui dit *cantilever* qui jouit avec raison, depuis quelques années, d'une grande faveur pour les ponts à grande ouverture centrale et qui se trouvent dans des conditions qui rendraient l'exécution d'échafaudages difficile, voire même impossible.

On sait que le nouveau pont sur le Niagara, terminé le 20 décembre 1883, est également construit d'après ce même système de poutres équilibrées ; nous croyons donc qu'il ne sera pas sans intérêt de placer en regard des chiffres qui donnent les principales dimensions du pont sur le Saint-John, ceux qui se rapportent au pont traversant le Niagara.

	Saint-John	Niagara
Distance entre les centres des articulations extrêmes situées sur les culées	247.81 m	277.50 m
Longueur de la poutre équilibrée, sur la rive ouest.	116.51	120.54
— — — — est	57.54	120.54
Ouverture centrale	145.49	143.25
Longueur de la poutre centrale placée entre les poutres équilibrées	43.77	36.32
Largeur d'axe en axe des fermes	6 10	8.54
Hauteur des fermes équilibrées — à l'endroit de la pile ouest	24.40	17.08
— — — est	19 83	17.08
— des culées	8 24	6.41
— à leur extrémité au-dessus du fleuve	8 24	7.93
Hauteur de la pile en maçonnerie, ouest	15 25	11 90
— — — est	29.28	11.90
— des piles métalliques	»	38.92



Ainsi que le montre le diagramme ci-dessus, le pont de Saint-John repose sur la rive Est sur le rocher, mais sur la rive Ouest sur une pile-culée de 12,20 *m* de hauteur présentant au sommet une surface de 2,44 *m* sur 10,37 *m* ; à cette pile-culée se rattache un viaduc métallique à faibles ouvertures.

Les deux piles intermédiaires, de 15,25 *m* et 29,28 *m* de hauteur mesurent à leur sommet 2,75 *m* sur 8,39 *m*.

La voie repose à la partie inférieure des fermes sur des pièces de pont de 0,915 *m* de hauteur.

Les extrémités des fermes équilibrées sont ancrées sur les culées à des poids de 780 et 880 tonnes, c'est-à-dire à des charges qui sont presque le triple de l'effort qui tend à les soulever dans le cas le plus défavorable de la surcharge.

Le contreventement de ce pont est plus complet que dans la majeure partie des ponts américains ; il est établi sur toute la longueur du pont sous la voie et dans le plan des longerons supérieurs horizontaux et de plus dans les plans inclinés des platebandes supérieures des fermes équilibrées. Pour la détermination des dimensions de ces contreventements, on a supposé que le vent exerce une pression de 195 *kg* par mètre carré, simultanément sur les faces des deux fermes et sur la surface d'un train présentant sur toute sa longueur une hauteur de 3 *m*.

Toute la partie métallique du pont est exécutée en acier doux. Les essais faits pendant l'exécution de ce pont par la *Dominion Bridge Company* de Montréal, ont démontré que l'acier employé présentait une résistance de 42 *kg* par millimètre carré et que la réduction des sections avant la rupture atteignait 43 0/0 de la section primitive. La limite d'élasticité n'était atteinte que sous une charge de 25,2 *kg* par mm^2.

L'essai du pont a été fait à l'aide de deux trains ayant chacun deux locomotives de 60 à 65 tonnes en tête et composés de wagons pesant environ 30 tonnes, ce qui correspond à une surcharge de 4 tonnes par mètre courant.

Les deux trains étant placés sur les deux ouvertures de rive, celles-ci s'infléchissaient de 6 *mm* et 10 *mm* tandis que le milieu de la travée centrale se trouvait soulevé de 13 *mm*. En faisant avancer les quatre locomotives sur le milieu de la travée centrale et ayant ainsi chargé le pont sur toute sa longueur par les trains, la flèche de la travée centrale était de 93 *mm* tandis que les inflexions des travées de rive ne dépassaient pas 3 *mm*. Après avoir retiré les wagons qui chargeaient les travées de rive, tout en maintenant la charge sur la travée

centrale, la flèche de cette dernière atteignait 101 *mm* tandis que les deux travées de rive se trouvaient en leur milieu soulevées, l'une de 6 *mm*, l'autre de 21 *mm*.

Le montage du pont s'est effectué en 91 jours; on avait commencé par monter les travées de rive en s'aidant d'échafaudages ordinaires, mais au delà des piles intermédiaires, le montage de la travée centrale a été fait sans le secours d'échafaudages. Une grue roulante de 30 *m* de haut et 22 *m* de portée servait à rapporter successivement les panneaux et s'avançait sur la poutre ainsi formée en encorbellement jusqu'à l'achèvement de la moitié de la travée. Les deux moitiés étant terminées, on opéra leur assemblage.

Pendant le travail du montage l'assemblage de la poutre centrale avec les bras équilibrés avait été fait d'une façon invariable, mais après l'achèvement on a supprimé cette continuité et assuré au moyen de rouleaux l'indépendance et le libre mouvement de cette poutre centrale par rapport aux deux bras équilibrés qui la supportent. Les extrémités de rive des poutres équilibrées, tout en étant rattachées aux poids qui assurent leur équilibre, peuvent également suivre le mouvement de dilatation.

On ne disposait que d'une seule grande grue de montage, aussi n'a-t-on pu commencer la moitié Est du pont qu'après l'achèvement de la moitié Ouest. Si des considérations d'économie n'avaient pas imposé cette restriction dans l'outillage pour le montage, on aurait pu achever le pont en moitié moins de temps, ce qui constitue un grand progrès sur le montage du pont du Niagara, où tout en travaillant simultanément des deux côtés on a mis 83 jours pour monter le pont.

Le pont de Saint-John River a coûté environ 1 750 000 francs tandis que celui du Niagara, dans lequel l'acier n'entre que pour environ 40 0/0 du poids total, est revenu à 3 400 000 fr.

Le projet de la partie métallique du pont a été dressé par M. Job Abbott, ingénieur en chef de la *Dominion Bridge Company*, et l'exécution était confiée à M. W. S. Thompson sous la direction de M. P. S. Archibald, ingénieur en chef du chemin de fer Intercolonial.

E. P.

Déplacement d'une cheminée d'usine.

Aux États-Unis on a souvent opéré le déplacement de bâtiments et nous en avons déjà entretenu nos lecteurs en indiquant les moyens employés. (Voir *Nouvelles Annales de la Construction*, année 1881, col. 207.) Le succès de ces opérations a conduit récemment le propriétaire d'un moulin à vapeur à West-Fitchbourg (États-Unis) à en faire autant avec la cheminée de son établissement. D'après le *Civil Techniker*, cette entreprise hardie a parfaitement réussi.

La cheminée en question avait 26 *m* de haut et son diamètre à la base était de 2,60 *m*, elle était faite en bonne maçonnerie de briques et il s'agissait de la déplacer d'environ 38 *m*; le trajet qu'elle devait faire n'était, de plus, pas en ligne droite.

Après avoir bien revêtu de madriers la partie inférieure de la cheminée, on la sapa d'un côté pour y passer de fortes poutres, puis on en fit autant de l'autre côté. Une fois bien établie sur le cadre, on souleva l'ensemble et on opéra au moyen de cabestans le déplacement sur une voie formée de fortes poutres, sur laquelle le cadre de support portait par l'intermédiaire de rouleaux.

A l'emplacement nouveau de la cheminée, la fondation avait été préparée et, pour ne pas avoir à descendre la cheminée jusqu'au niveau de cette fondation, on fit sur environ 1,50 *m* de hauteur et en sous-œuvre, de la maçonnerie pour pouvoir successivement enlever le cadre de support en bois et faire porter la cheminée déplacée sur sa nouvelle fondation.

Un tel déplacement présente-t-il des avantages pécuniaires sur la reconstruction d'une nouvelle cheminée? c'est une question d'espèce que l'on ne peut pas trancher d'une façon générale.

Chemin de fer funiculaire de Biel à Magglingen.

D'après la *Schweizerische Bauzeitung*, la Suisse sera sous peu dotée d'une nouvelle ligne de chemin de fer à très forte rampe. Cette ligne s'élèvera de 447 *m* sur son parcours total de 1 700 *m* entre Biel et Magglingen; les rampes variant de 21,8 0/0 à 32 0/0.

Les deux voies seront formées seulement de trois rails, car l'exploitation devant se faire au moyen de deux voitures reliées par un câble qui passe sur des poulies, il suffira d'écarter à l'endroit du croisement des voitures, soit sur 100 *m*, les deux voies qui, sur le reste du parcours, auront un rail commun.

C'est par une surcharge de la voiture descendante au moyen d'environ 4 à 5 m^3 d'eau que se fera la remonte de l'autre voiture. Une pompe de dix-huit chevaux établie à Biel sert à fournir l'eau au sommet de la ligne. Un réservoir d'environ 300 m^3 assurera une certaine élasticité au service d'exploitation, qui en temps ordinaire ne dépassera pas dix voyages par jour.

Chaque voiture pourra contenir quarante voyageurs et pèsera à vide environ six tonnes. Le câble en fil d'acier pèsera 3 *kg* par mètre.

JURISPRUDENCE

Grosses réparations; réparations locatives; parquet d'une salle de bal.

Cour d'Orléans, 6 mars 1885.

Les grosses réparations sont, en principe, à la charge du propriétaire de l'immeuble (art. 1720 C. civ.) les réparations locatives devant seules être supportées par le locataire. Mais on comprend que la distinction à faire entre les unes et les autres peut être la source de difficultés nombreuses.

La question se posait dans la situation de fait suivante :

Un sieur L. était locataire, à Pithiviers, d'un immeuble dans lequel il exploitait un jardin d'hiver, servant de café et de salle de bal.

A la fin du bail, L. rendit les lieux au propriétaire, sans que celui-ci songeât tout d'abord à élever la moindre réclamation; puis une nouvelle location fut consentie à un sieur B.

C'est alors seulement que le propriétaire émit la prétention de faire supporter par son nouveau locataire les frais de réfection du parquet de la salle de bal, qui était en fort mauvais état.

Une instance s'engagea : mais le tribunal de Pithiviers d'abord, par jugement du 11 juillet 1884, et la Cour d'Orléans, ensuite, ont repoussé la prétention du propriétaire, en décidant que des réparations à faire au parquet d'une salle de bal constituaient, en principe, non des réparations locatives, mais bien de grosses réparations; qu'elles devaient en conséquence être laissées à la charge du propriétaire de l'immeuble loué.

Travaux faits en dehors des distances convenues; démolition; référé; compétence.

Cour de Paris, ch. des vacations, 21 septembre 1885.

Un sieur L., agissant comme gérant d'une société, avait donné à bail, avec promesse de vente, à un sieur B. un terrain situé à Saint-Mandé : une clause du contrat interdisait au locataire, pour le jour où il serait devenu acquéreur, de construire à une distance moindre de 10 mètres de la chaussée.

L. se plaignit que cette condition n'avait pas été observée, et que les constructions s'élevaient à moins de 10 mètres; il introduisit alors un référé pour demander la nomination d'un expert qui constaterait l'état des lieux et ferait faire le nécessaire.

Une ordonnance de Président du tribunal civil, rendue à la date du 30 juillet 1885, commit un architecte à l'effet de constater s'il y avait abus et de dire en quoi cet abus consistait; en outre et pour le cas où la clause restrictive n'aurait pas été observée, l'expert avait mission de faire démolir les constructions.

B. interjeta appel de cette ordonnance, et la Cour de Paris a jugé que le président du Tribunal, jugeant en référé, n'était pas compétent pour ordonner la démolition d'une construction, même si cette construction était faite en inobservation des clauses d'un contrat; une décision de ce genre excède en effet les attributions du juge des référés, alors surtout que celui contre lequel elle est prise est propriétaire de l'immeuble, ce qui se produisait dans l'espèce, B. ayant profité de la promesse de vente qui lui avait été consentie.

JULES FABRE.
Avocat à la cour de Paris.

Le gérant : CH. BÉRANGER,
INGÉNIEUR CIVIL DES MINES
15, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4.

New Annals of CONSTRUCTION.

Bureaux de Direction et de Rédaction : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères,

TOUS LES JOURS de 4 h. à 6 h.

Nouvelles Annales DE LA CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — No 375 — Mars 1886

Pl. 10-11 12-13 et 14.

Neue Annalen der BAUKUNST.

ABONNEMENTS ET ANNONCES : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères,

15 fr. par an pour Paris.
18 fr. Départements.
20 fr. Union postale.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Ponts suspendus de Saint-Ilpize et de Lamothe.

Pl. 10-11.

Au commencement de 1874, M. Jollois, Ingénieur en chef du département de la Haute-Loire, prépara, pour franchir l'Allier à Saint-Ilpize, un projet de pont suspendu offrant sur le système habituellement en usage jusqu'à cette époque divers perfectionnements empruntés aux systèmes américains. Exécuté en 1879, cet ouvrage servit de modèle dans le département pour les divers ponts suspendus établis depuis lors.

Nous donnerons la description du pont de Saint-Ilpize ainsi que celle du pont de Lamothe établi sur l'Allier en 1883-1884.

Nous empruntons à une note publiée dans les Annales des ponts et chaussées (1), par M. Nicou, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, les renseignements qui suivent sur ces deux ponts.

Pont de Saint-Ilpize. — Le pont de Saint-Ilpize, pl. 10-11 (fig. 1 à 9) se compose de trois travées supportées par deux piles et deux culées en maçonnerie évidées, le tout fondé sur le rocher. La travée centrale présente une ouverture de 68,17 *m* et chacune des travées latérales une ouverture de 15,10 *m*.

La distance entre les sommets des obélisques est de 70,67 *m* pour la travée centrale. La hauteur de la travée centrale au-dessus des basses eaux de l'Allier est de 26 *m* en son milieu.

La largeur du pont est de 4 *m* entre garde-corps. Il n'y a pas de trottoirs.

Les deux petites travées de 15,10 *m* et une longueur égale de la grande travée à partir de chaque pile, sont supportées par 64 haubans inclinés à raison de 8 de chaque côté des piles et sur chaque rive; la partie médiane seule de la grande travée, sur une longueur de 37,97 *m*, est supportée de chaque côté par un câble parabolique.

Dans le but de diminuer les oscillations horizontales, le plan renfermant les haubans et le câble de suspension d'une même rive du tablier présente un fruit de 1/10 sur le plan vertical.

Les câbles de retenue, qui font simplement équilibre aux câbles suspenseurs, sont disposés de chaque côté de manière que la bissectrice de l'angle qu'ils font avec les câbles de suspension soit verticale.

Tout le système est rattaché, au-dessus des piles, à quatre secteurs S (fig. 8) en fonte, réunis deux à deux au-dessus des obélisques surmontant chaque pile par un arbre en fer A (fig. 4 et 8) sur lequel sont assemblés les haubans et les câbles de suspension et d'amarrage. A leur extrémité, ces derniers sont fixés sur des goujons en fer scellés dans des puits creusés dans les rochers des deux rives.

L'arbre en fer qui réunit les deux secteurs correspondant à une même pile a 6,60 *m* de longueur; ses extrémités cylindriques ont 0,10 *m* de diamètre et passent dans les trous cylindriques des joues des secteurs. L'arbre porte à 0,55 *m* de chacune de ses extrémités un renflement ou contrefort pour maintenir les deux secteurs à 5,50 *m* l'un de l'autre.

Une plaque rectangulaire P (fig. 8) en fonte, scellée à la partie supérieure de l'obélisque, sert d'appui au secteur.

Les câbles de suspension et de retenue sont, ainsi que les haubans, en fil *de fer tordu* ; les tiges de suspension sont en fer rond. Chaque câble de suspension ou de retenue est composé de trois câbles élémentaires formés chacun de 103 fils de fer no 18 réunis en sept torons de 19 fils chacun. Les trois câbles élémentaires de suspension sont réunis en un seul faisceau triangulaire au moyen d'une ligature continue dans toute la partie correspondant au milieu de la travée sur la longueur où sont les tiges verticales.

Chacun des haubans comporte 19 fils no 18 tordus en un seul toron. Ils s'assemblent à la semelle inférieure du tablier à des distances du couronnement de la pile qui sont respectivement : 3,20 *m*; 6 *m*; 8,25 *m*; 10,25 *m*; 11,95 *m*; 13,15 *m*; 14,35 *m*; 15,10 *m*.

Les câbles et les haubans sont réunis à leurs extrémités dans des plaques en fonte. Celles des câbles de suspension et de retenue (fig. 8 et 8 *bis*) ont 0,15 *m* d'épaisseur, 0,30 *m* de longueur et 1,10 *m* de largeur. Celles des haubans (fig. 8 et 8 *bis*) ont 0,11 *m* de hauteur, 0,07 *m* de largeur 0,13 *m* de longueur.

Un trou conique percé suivant l'épaisseur des plaques permet d'introduire le câble, et l'assemblage se fait par le simple épanouissement des fils entre lesquels on chasse des clous en fer huilés; on lime les extrémités saillantes des clous, on retourne à angle droit sur la tête des clous les bouts de fil formant saillie, on coule du plomb pour achever de remplir les vides et on termine l'assemblage par un matage soigné.

Les plaques d'assemblage des câbles et des haubans sont en outre percées chacune de deux trous cylindriques de 0,36 *m* de diamètre pour les câbles et 0,26 *m* pour les haubans. Ces trous donnent, deux à deux, passage aux branches parallèles d'étriers en fer.

Pour les câbles de retenue et d'amarrage, les branches de chaque étrier sont réunies à leur autre extrémité par une partie demi-circulaire de 0,10 *m* de diamètre intérieur, passant autour de l'arbre qui rend les secteurs solidaires (fig. 8).

Ces étriers sont en fer carré de 0,035 *m* de côté excepté leur extrémité, engagée dans les plaques d'assemblage, qui est cylindrique, de 0,035 *m* de diamètre sur une longueur de 0,30 *m* et filetée sur une longueur de 0,15 *m*.

La hauteur totale de l'étrier est de 0,72 *m*.

Pour les haubans, les deux étriers d'un même côté du tablier sont fixés à l'arbre des secteurs par l'intermédiaire de trois chaînons en fer de 0,82 *m* de longueur (fig. 8) et dont chaque branche a 0,02 *m* d'équarrissage. Les chaînes et les étriers sont réunis par un goujon en fer de 0,07 *m* de diamètre et 0,17 *m* de longueur.

La partie médiane du tablier de la grande travée est suspendue aux câbles par des tiges en fer rond de 21 *mm* de

(1) *Annales des ponts et chaussées*, octobre 1885.

diamètre et au nombre total de 78. La tête de la tige est contournée (fig. 7) de manière à embrasser le câble sur lequel elle est fixée par une ligature en fil de fer. La partie inférieure est filetée sur 0,10 *m* de longueur, elle traverse la poutrelle au-dessous de laquelle elle est retenue par un écrou.

Le tablier est relié aux piles et culées au moyen d'ancres en fer. Il est composé de poutrelles *p* (fig. 5 et 7) en bois espacées de 1 *m* d'axe en axe, elles ont 0,30 *m* de hauteur au milieu, 0,25 *m* à l'aplomb du garde-corps et 0,16 *m* d'épaisseur uniforme.

Vers les extrémités, sur la face horizontale inférieure des poutrelles, et à une distance de 2 *m* de leur milieu, on a pratiqué une entaille rectangulaire de 0,16 *m* de longueur, 0,05 *m* de profondeur pour qu'elles puissent s'assembler sur les semelles inférieures du garde-corps sur lesquelles elles reposent.

Des madriers de 0,21 *m* de largeur sur 0,07 *m* d'épaisseur sont fixés sur ces poutrelles et supportent le platelage de 0,03 *m* d'épaisseur.

Le garde-corps a été combiné de manière à contribuer autant que possible à la solidité du pont et à remplir les fonctions d'une poutre droite armée. On a dû pour cela lui donner une hauteur de 1,40 *m*. La semelle inférieure passe en dessous des poutrelles du tablier (fig. 5); de cette façon la semelle supérieure n'est élevée que de 0,80 *m* au-dessus du plancher.

Le garde-corps résiste à la flexion comme une poutre armée du système Howe. Les pièces inclinées du milieu de chaque travée vers les piles et culées, qui sont soumises à des efforts de compression croissant depuis le milieu jusqu'aux points d'appui, ont des dimensions croissantes pour résister à ces efforts.

Grâce à ces dispositions, le garde corps est capable de porter son propre poids sur toute la longueur de la partie centrale de la grande travée, soutenue par les câbles paraboliques; et, dans les petites travées, il peut porter d'une manière permanente son propre poids et les 2/3 de celui du tablier.

Chaque garde-corps (fig. 5) se compose d'une semelle inférieure de 0,18 *m* de hauteur et d'une semelle supérieure de 0,20 *m* de hauteur, ayant une épaisseur commune de 0,16 *m*, reliées entre elles par des boulons en fer et des croix de Saint-André en bois.

Les boulons sont posés verticalement à 1 *m* de distance d'axe en axe.

Les extrémités des pièces inclinées formant les croix de Saint-André sont fixées dans les angles formés par les semelles et les boulons au moyen de coussinets en fonte (fig. 6) percés d'un trou de 0,22 *m* pour laisser passer le boulon.

Chaque garde-corps s'étend sans interruption sur toute la longueur du pont, y compris le passage des piles.

Les garde-corps sont contreventés (fig. 3) par des tirants *tt* en fer méplat qui les relient à l'extrémité de chaque poutrelle longue. Ces tirants sont posés à plat sur les trois faces supérieure et latérales de la semelle supérieure; ils se retournent au-dessous de la semelle et descendent de la face intérieure vers l'extrémité de la poutrelle, en dehors du garde corps et de la face extérieure de la semelle, vers la partie de la poutrelle située sous le plancher. Les deux extrémités de ce tirant sont fixées sur les faces latérales de la poutrelle par un boulon. Au point où les deux branches du tirant se croisent, elles sont réunies par un rivet.

La construction de ce pont a entraîné une dépense totale de 70 501,96 *fr*, savoir :

Maçonnerie.	33 194.25 *fr*
Suspension et tablier. . .	37 307,71
Total.	70 501,96 *fr*

Pont de Lamothe. — Le pont de Lamothe (fig. 10 à 23), construit sur l'Allier, près de la ville de Brioude, présente une importance plus grande que celui de Saint-Ilpize. Il permet de livrer passage aux chargements de 11 tonnes sur un seul essieu.

Le pont se compose d'une seule travée (fig. 10 et 11) portée par deux piles culées fondées sur le gravier dans des enceintes de pieux et de palplanches. Il laisse un débouché libre de 115 *m*.

La hauteur du tablier au-dessus des basses eaux de l'Allier est de 5,45 *m*; ce tablier présente une flèche de 0,67 *m* en son milieu.

Sa largeur entre garde-corps (fig. 12) est de 5,50 *m* et comprend une voie charretière de 4,10 *m* et deux trottoirs de 0,70 *m* de largeur chacun.

La travée est soutenue, de chaque côté du pont, sur une longueur de 11,25 *m*, à partir de chaque pile, par quatre haubans inclinés (fig. 10). La partie médiane, sur une longueur de 93 *m*, est supportée par des câbles paraboliques. Ici les câbles et les haubans ne sont plus inclinés sur la verticale et les câbles de retenue font équilibre à la fois aux câbles suspenseurs et aux haubans.

Tout le système est suspendu au-dessus de chaque obélisque à un goujon de réunion générale en fer de 0,120 *m* de diamètre, porté par un chariot en fonte (fig. 14 et 15).

Chaque chariot se compose : 1° d'une base plane de 1,25 *m* de longueur, 1,10 *m* de largeur, reposant sur des rouleaux en fer de 0,03 *m* de diamètre, portés par une plaque en fer carré de 1,32 *m* de côté et 0,012 *m* d'épaisseur, scellée au sommet de chaque obélisque; 2° de cinq joues verticales *j* (fig. 15) de 0,042 *m* d'épaisseur moyenne, laissant entre elles un intervalle de 0,24 *m* et terminées à leur partie supérieure par un demi-cercle de 0,055 *m* de rayon recevant le goujon d'assemblage. La hauteur totale du chariot est de 0,685 *m*. Un arbre en fer qui réunit les deux chariots d'une même rive maintient leur écartement.

Les câbles de suspension de la partie centrale du tablier sont au nombre de dix. Il y a donc sur chaque tête cinq câbles disposés sur une même nappe. Ces câbles sont amarrés à chaque extrémité au goujon de réunion générale qui est porté par le chariot de dilatation. C'est aussi sur ce goujon que sont amarrés les haubans.

D'un autre côté, le goujon est maintenu par douze câbles de retenue contournant les massifs d'amarrage en galerie circulaire (fig. 15, 19, 20, 21) et allant se rattacher à l'autre extrémité, au goujon placé sur l'obélisque de la tête opposée.

Au milieu de la galerie d'amarrage, les câbles de retenue sont serrés entre des coussinets mâchoires emprisonnés dans les branches de six goujons à scellement (fig. 21 et 22). Ces derniers sont fixés dans la maçonnerie du massif et s'opposent aux glissements accidentels. Des coussinets en fonte posés sur quatre blocs d'amarrage placés dans chaque culée isolent les câbles de retenue de la maçonnerie.

Cette disposition permet la visite et l'entretien faciles des câbles.

Tous les câbles et haubans sont en fils tordus (fig. 13).

L'assemblage des câbles et des haubans est fait d'une manière analogue à celle décrite pour le pont de Saint-Ilpize. Chaque câble est retenu à ses extrémités par un culot en fonte maintenu par deux étriers en fer rond entourant le goujon de réunion générale.

Quant aux haubans (fig. 14), ils sont, de même que les câbles, coincés à chaque bout dans un culot en fonte. A l'extrémité supérieure, ce culot est retenu par un briquet en fil de fer contournant un goujon fixé dans les nervures du chariot de dilatation; puis, après s'être infléchis sur des coussinets en fonte posés sur la corniche du pilastre, les haubans descendent, suivant des angles divers, pour se relier à la longrine d'encorbellement (fig. 16) par des étriers à branches filetées qui embrassent la longrine et passent dans les trous du culot de l'extrémité inférieure.

Les tiges de suspension (fig. 17 et 18) sont composées de 52 fils n° 18; chaque tige est divisée, à sa partie supérieure, en deux branches écartées, de manière à embrasser le chevalet en le maintenant constamment horizontal. Chacun des chevalets est supporté par cinq étriers à branches filetées correspondant individuellement à chacun des cinq câbles suspenseurs.

A son extrémité inférieure, chaque tige est terminée par un œil dans lequel est passé l'étrier à branches filetées chargé de porter la poutrelle.

Le tablier du pont de Lamothe est presque entièrement métallique. Les poutrelles sont en fer laminé de forme double T, à larges ailes de 0,300 × 0,143 (fig. 17) et pèsent 75 *kg* le mètre courant. Elles comportent en leur milieu un bombement de 0,06 *m*. Les 77 poutrelles de la partie centrale sont portées par les tiges de suspension, et les 14 des extrémités par les longrines d'encorbellement en fer double T de 0,233 × 0,097 (fig. 16) auxquelles elles sont reliées par des étriers.

Les haubans soutiennent le tablier au moyen de longrines posées sur l'aile supérieure des poutrelles.

Les diverses poutrelles du tablier sont réunies :

1° Par une longrine en fer à T placée sous le tablier dans l'axe longitudinal du pont et boulonnée aux ailes inférieures des poutrelles ;

2° Par une triangulation en fer plat de 0,01 sur 0,08 *m* boulonnée également au-dessous des poutrelles.

Le garde-corps de Lamothe a été calculé de manière à charger le moins possible le tablier. Il est entièrement métallique, en forme de poutre articulée à grandes mailles analogues à celles employées dans les ponts américains.

Il se compose :

1° De deux cornières boulonnées à 0,08 *m* l'une de l'autre sur l'aile supérieure des poutrelles et formant la lisse inférieure du garde-corps (fig. 18) ;

2° De deux autres cornières assemblées côte à côte à 0,08 *m* d'écartement et formant la lisse supérieure ;

3° De potelets verticaux en fonte qui ne travaillent qu'à la compression et maintiennent l'écartement entre la lisse inférieure et la lisse supérieure ;

4° De tirants en fer rond qui réunissent la longrine inférieure avec la lisse supérieure ;

5° Ce garde-corps est couronné par un fer Zorès, arrondi, boulonné sur les ailes de la lisse supérieure, mettant tous les écrous à couvert et formant main-courante.

La verticalité du garde-corps est assurée par des arcs-boutants boulonnés, au pied, sur l'aile supérieure des poutrelles, et, au sommet, à l'aile verticale de la lisse. A cet effet, il est prévu, toutes les cinq poutrelles, une poutrelle longue pour recevoir le pied de l'arc-boutant.

Trois rangs de cordelles (fig. 16) de 7 fils n° 15 sont disposés entre la longrine inférieure et la lisse supérieure ; leurs extrémités sont amarrées dans des pitons scellés dans les parements des piles.

La voie charretière est composée de 15 cours de madriers longitudinaux en chêne de 0,09 *m* d'épaisseur, boulonnés parallèlement à l'axe du pont sur les ailes supérieures des poutrelles et du doublage en peuplier de 0,05 *m* d'épaisseur cloué transversalement sur les madriers.

Les trottoirs (fig. 18) sont formés de 4 cours de longrines en chêne dont deux longrines heurtoirs 0,12 × 0,22 bordant la voie charretière et deux longrines de rive, 0,08 × 0,21, accolées au garde-corps. Elles sont toutes boulonnées à l'aile supérieure des poutrelles.

Ces banquettes sont complétées par le doublage de trottoir en chêne de 0,04 *m* d'épaisseur, cloué transversalement sur les longrines.

Le pont de Lamothe a entraîné une dépense totale de 183 438,75 *fr*, savoir :

Maçonnerie.	79 200,00 *fr*
Suspension et tablier. . . .	104 238,75
Total	183 438,75 *fr*

Les ponts de Saint-Ilpize et de Lamothe se distinguent des ponts suspendus ordinaires par l'emploi des haubans, des câbles en fils tordus, par les dispositions spéciales prises pour les garde-corps et aussi par l'indépendance des câbles de suspension et d'amarrage.

L'emploi des haubans a l'immense avantage de donner au tablier une stabilité très supérieure à celle des ponts suspendus ordinaires en diminuant les oscillations d'une façon très sensible, ce qui s'explique facilement si l'on remarque qu'ils réduisent d'une façon notable la portion du tablier supportée par les câbles, et qu'en outre cette réduction a justement lieu dans les parties où les tiges de suspension sont les plus longues.

L'emploi des haubans n'entraîne pas d'augmentation de dépense, car ils permettent à la fois de supprimer des tiges de suspension et de diminuer la force des câbles paraboliques.

Les câbles de suspension et de retenue en fils de fer tordus sont employés d'une manière générale aux Etats-Unis, et l'expérience a démontré qu'à poids égal ils supportent une tension supérieure à celle des câbles formés de fils parallèles ; ce qui tient à ce que les fils tordus, fortement serrés les uns contre les autres par la torsion qu'on leur imprime au moment de leur confection, éprouvent entre eux un frottement qui s'ajoute à leur résistance propre, et tend à égaliser constamment leur tension. Ils sont aussi moins exposés à la rouille par les eaux d'infiltration entre les brins.

Il faut cependant observer que la difficulté des réparations est plus grande avec les câbles en fils tordus qu'avec ceux formés de fils parallèles. Aussi est-ce en prévision d'avaries possibles et pour en limiter l'importance que les câbles suspenseurs et de retenue ont été formés de cinq câbles indépendants les uns des autres au pont de Lamothe.

Dans les anciens ponts suspendus, les garde-corps étaient simplement destinés à empêcher la chute des passants. Aux ponts de Saint-Ilpize et de Lamothe, on a cherché à les faire contribuer en même temps à la résistance du tablier. Ce résultat a été obtenu au pont de Saint-Ilpize, mais il semble moins certain pour le pont de Lamothe.

Toutes les parties du système de suspension du pont de Lamothe sont amovibles et ont été disposées de manière que les diverses réparations puissent se faire sans interrompre la circulation. Toutes les pièces calculées pour la charge d'épreuve ont en effet un surcroît de force pour leur travail permanent et les plus voisines de celles à déposer peuvent, sans danger, subir le surcroît de charge que la suppression d'une pièce leur impose.

« En résumé, dit M. Nicou, le pont de Saint-Ilpize a, le premier en France, été construit suivant le nouveau système appliqué aujourd'hui aux ponts suspendus, et les dispositions prises pour le pont de Lamothe réalisent les progrès les plus récents auxquels on soit parvenu dans ce genre d'ouvrage. » M. Nicou ajoute que ces progrès sont de nature à faire revenir beaucoup d'ingénieurs sur le discrédit dans lequel étaient tombés les ponts suspendus qui, dans bien des cas, constituent la seule solution possible pour les départements et surtout pour les communes. Au pont de Saint-Ilpize comme au pont de Lamothe, l'adoption d'un pont fixe en maçonnerie ou en métal aurait en effet entraîné à des dépenses bien supérieures à celles qu'ont nécessitées les ponts suspendus ; dans le premier cas en raison de la hauteur du ravin à franchir, dans le second en raison de la difficulté des fondations qu'il eût fallu exécuter dans l'Allier dont le lit est affouillable en ce point à de très grandes profondeurs.

Marché de la Chapelle à Paris.

MM. A. et L. Magne, architectes.

Pl. 12-13 et 14.

Articles antérieurs. — Marché couvert de Nancy. 1861. Pl. 43-44. — Marché couvert en maçonnerie. 1869. Pl. 31. — Marché de Grenelle. 1869. Pl. 39-40 et 41-42. — Marché couvert de Levallois-Perret. 1875. Pl. 3-4. — Marché couvert de Nangis. 1882. Pl. 8-9.

La construction des halles ou marchés entièrement métalliques, dont les Halles centrales de Paris ont été le type primitif, a été très peu modifiée de 1855 à 1870.

Les principaux inconvénients reprochés à ce genre de construction, sont les suivants :

1° *Ecoulement des eaux pluviales à l'intérieur des supports verticaux.* — Ce système offre le danger de rouille au contact de l'air, ou celui de rupture par la gelée ; l'écoulement des eaux pouvant être arrêté par la saillie intérieure des épaulements réservés dans la fonte, pour le passage des boulons d'assemblage.

2° *Jours de lanternes.* — L'éclairage par parties vitrées du comble est supportable aux Halles centrales à cause de la hauteur considérable de cet édifice ; mais cette disposition est très défectueuse dans le cas des marchés de quartiers, construits *en réduction* sur le type des Halles centrales : les marchandises y sont, en effet, promptement endommagées par la chaleur, en été ; et en hiver, la neige pouvant rester sur les combles vitrés supprime tout éclairage.

3° Evacuation défectueuse des eaux de service par des gargouilles couvertes, dont le nettoyage est toujours insuffisant, vu la difficulté d'un prompt lavage.

4° Ventilation insuffisante des sous-sol, dans les marchés de quartiers.

5° Enfin une dépense considérable, 350 *fr par mètre superficiel* couvert aux Halles centrales, et de 230 à 250 *fr* dans les marchés de quartiers.

Afin d'éviter les inconvénients ci-dessus énoncés, l'administration de la ville de Paris avait décidé de modifier le pro-

gramme suivi pour la construction des marchés; on résolut de supprimer les clôtures en maçonnerie, simplifiant ainsi la section des supports métalliques qui devenaient alors de simples colonnes isolées; puis on en vint à l'éclairage direct du marché par des jours latéraux et verticaux; la partie basse des clôtures étant réduite à un simple grillage; enfin on modifia le système de construction des fermes, en adoptant le sytème dit « Polonceau » qui semblait le plus économique.

Les premiers marchés construits à Paris sur ce programme par MM. Magne, architectes, le marché *Nicole* et celui du *Gros-Caillou*, ont été en effet très économiquement établis : la dépense a été de 200 *fr* par mètre superficiel pour le premier, de 160 *fr* pour le second.

Les portées des fermes étaient petites ; la ferme Polonceau offrait en ce cas de réels avantages d'économie; les efforts développés dans les différentes pièces sont peu considérables, et le système alors ne présente pas de danger, si l'exécution est bonne. Il n'en est pas de même pour de grandes portées : les efforts deviennent considérables, les pièces d'assemblage étant très multipliées, la surveillance dans l'exécution doit être incessante, si l'on veut éviter des accidents. En outre, pour de grandes portées, la suppression des points d'appui intérieurs ne compense pas l'augmentation de dépense résultant de la difficulté d'exécution des pièces de forge et de précision qui doivent être mises en œuvre dans le système Polonceau.

Dans deux autres marchés construits à Paris, le marché des *Martyrs* et celui de l'*Ave-Maria*, MM. Magne ont réalisé des progrès marquants dans les formes à donner aux fers et à la fonte et dans l'assemblage des fermes à plusieurs bielles. Mais la dépense s'est élevée à 225 *fr* par mètre superficiel couvert. Il y a lieu toutefois de noter l'augmentation notable des prix de main-d'œuvre qui s'est produite dans la période séparant l'exécution de ces divers marchés.

Il est bon d'observer que le programme des nouveaux marchés comportait un inconvénient : si la ventilation était rendue facile par la suppression des maçonneries de clôture entre les supports extérieurs, et leur remplacement par des grilles, si l'étalage était ainsi visible aux yeux du public circulant autour du marché, par contre vendeurs et acheteurs étaient exposés à des courants d'air dont les auvents et les claies ne les garantissaient qu'imparfaitement.

En outre, il y a quelques années la chute du comble du marché du Château-d'Eau a indiqué le danger des fermes du système Polonceau ; le même accident s'est d'ailleurs renouvelé l'année dernière au marché de Thiers, dans le cas d'une portée peu considérable. (Voy. *Nouvelles Annales*, numéro de septembre 1885.)

MM. Magne ont donc été amenés à introduire dans la construction du nouveau marché de la Chapelle, commencé en 1884 et inauguré le 26 octobre 1885, des améliorations notables.

Les fermes sont des poutres en cornières et en tôle évidée, qui reposent sur des points d'appui extérieurs et sur des colonnes intérieures (pl. 12-13, fig. 1 et 3). L'emploi de la tôle évidée et des cornières n'exige pas, pour l'arbalétrier, la hauteur considérable qu'eût rendu nécessaire l'emploi de la poutre en treillis. L'architecte peut, en outre, obtenir par l'évidement de la tôle des effets décoratifs sans nuire à la force de résistance, tout en présentant une assez grande légèreté, aussi bien en apparence qu'en réalité.

Les profils et les ornements (pl. 12-13, fig. 4 et 5, pl. 14, fig. 2 et 3) ont été bien étudiés pour la fonte, avec des dégagements profonds et des arêtes vives caractérisant bien la construction métallique.

De grandes consoles soulagent la portée des poutres inclinées ou demi-fermes qui portent, au moyen de pannes, tout le poids du lambris et de la couverture (pl. 12-13, fig. 3, 4 et 5). Des poutrelles horizontales, en tôle évidée, forment entretoisement à la base et au sommet des fermes; ce sont là, en quelque sorte, deux ceintures polygonales qui s'opposent à toute déformation et neutralisent toute poussée des fermes.

Sur la poutrelle basse, sablière ou ceinture extérieure (pl. 14, fig. 1 et 2), sont fixées de légères consoles en fonte qui portent la saillie des chéneaux.

Entre les supports extérieurs, à une hauteur suffisante pour l'adossement des boutiques, se trouvent des clôtures en maçonnerie de briques couronnées par une frise à jour en fonte D, D'. Cette frise, destinée à fournir une ventilation suffisante au marché, se compose de châssis encadrant des panneaux de fonte décorative; ces châssis recouvrent à emboîtement la partie supérieure de la clôture en briques. La frise porte, comme une suite de linteaux, sur des montants en fonte qui servent de cadre et de soutien à la clôture; un soubassement en pierre de taille dure supporte le tout.

Au-dessus de la frise et montant jusqu'à la poutrelle à croisillons, sont disposés des fers à T verticaux pour y recevoir le vitrage.

Pour la première fois, les supports ou piliers de fonte qui reçoivent la retombée des fermes sont complètement indépendants, et sont disposés pour l'adossement des tuyaux de descente des eaux pluviales; ceux-ci sont fixés aux supports par des colliers.

Le *lavage* du marché se fait à fleur de sol, sans aucune gargouille ou caniveau; à chaque point bas se trouve un syphon auquel l'eau est conduite par les pentes du dallage, et, de là, des tuyaux en fonte la conduisent aux égouts pratiqués sous les rues du marché (pl. 12-13, fig. 1 et 2). Aux points hauts de ces rues sont des bouches d'arrosage.

Les boutiques (fig. 1 et 3) sont divisées par des parpaings saillants, afin que chacune puisse être lavée séparément; les outre, les boutiques qui exigent de fréquents lavages, comme celles de la poissonnerie, de la triperie, etc., sont pourvues de canalisations spéciales d'eau de source, afin d'éviter les transports trop fréquents de l'eau à travers les rues du marché. Chacune de ces boutiques spéciales est munie d'un syphon d'évacuation et d'un branchement de conduite souterrain allant à l'égout voisin.

Des caves, bien ventilées par de larges soupiraux, sont disposées, en façade, sous l'une des rues du marché (fig. 2); les divisions des compartiments sont en grillage de fil de fer, pour la commodité de surveillance et d'inspection des sous-sol; les murs de ces caves sont enduits en ciment de Portland pour faciliter les lavages.

Le Conseil municipal avait voté une somme de 385 000 *fr* pour l'exécution des travaux en question; la dépense n'a été que de 280 000 *fr*, donnant ainsi une économie de 105 000 *fr* sur les prévisions. Ni les rabais, ni les imprévus de l'entreprise n'ont été employés.

Ce résultat provient de la simplicité des dispositions de l'édifice ainsi que de l'étude approfondie du devis. L'expérience personnelle des architectes leur avait fait reconnaître l'insuffisance de prévision des séries de prix officielles en ce qui concerne les constructions métalliques. Pour l'adjudication des travaux du marché de la Chapelle, la série de la Ville a donc été annulée et remplacée par une série spéciale dressée par les architectes; celle-ci détaillant, pour chaque prix, les matériaux correspondant et leur main-d'œuvre. Cette manière de procéder rendit toute contestation impossible dans l'établissement des décomptes.

La dépense s'est ainsi répartie :

Terrasse, maçonnerie	82 000 *fr*
Couverture et plomberie	21 000
Gaz	8 000
Menuiserie	18 000
Serrurerie	104 000
Peinture et vitrerie	11 000
Paratonnerres	1 000
Trottoirs extérieurs, branchements, etc.	15 000
Dépenses diverses et frais de direction	20 000
Total	280 000 *fr*

Soit, pour une surface de 1 600 *m*, 175 *fr* par mètre (y compris les travaux de trottoirs, etc.).

La charpente métallique n'entre, dans la dépense de serrurerie, que pour un chiffre de 80 000 *fr*, c'est-à-dire qu'elle ne dépasse point une dépense de 50 *fr* par mètre de surface couverte; la charpente de l'édifice entier comporte neuf travées, chacune d'elles revient donc à 9 000 *fr* environ.

Le marché de la Chapelle, commencé par MM. Auguste et Lucien Magne, a été terminé par M. Lucien Magne après la mort de son père.

E. R.

Perforation mécanique aux carrières de Quenast (Belgique).

Articles antérieurs. — Perforateurs du Saint-Gothard. *Portef. Mach.*, 1875, Pl. 13. — Appareil à creuser les galeries dans le grisou. 1876. Pl. 17-18. — Perforateurs à vapeur pour roches sous-fluviales. 1878. Pl. 25-26. — Travaux au tunnel de l'Arlberg. *Nouv. Ann.*, 1885, Pl. 25-26.

Exposé. — Dans le numéro d'octobre 1885 des *Nouvelles Annales de la Construction*, nous avons donné une description des carrières de porphyre de Quenast et nous y avons mentionné entr'autres choses remarquables, l'emploi général de la perforation mécanique pour préparer les trous de mine nécessaires à l'exploitation. Cette installation très importante a été l'objet d'études attentives et suivies de la part des ingénieurs des carrières.

Les compresseurs d'air, les canalisations et les perforatrices ont été modifiés dans leurs détails afin de les rendre bien propres aux services qu'ils sont appelés à rendre. Enfin, le service de la perforation, tel qu'il fonctionne à Quenast, offre plus d'un enseignement pour des installations analogues. Aussi avons-nous cru que la description de ses diverses parties ne serait pas sans intérêt.

Nous devons à l'obligeance de M. Ad. Urban, ingénieur, administrateur-gérant de la société anonyme de Quenast, les renseignements qui suivent.

Inconvénients de la perforation à la main. — Avant l'année 1870, le percement des trous de mine nécessaires à l'abatage de la roche se faisait exclusivement à la main.

Ce travail était exécuté soit par les brigades d'ouvriers producteurs, soit par des brigades de mineurs.

Une brigade de mineurs se composant de trois hommes travaillant à la masse couple, ne parvenait que très difficilement à faire un avancement de 2,50 *m* en 10 heures de travail.

Le diamètre des trous de mine percés à la main est au départ de 42 *mm* pour arriver à 28 *mm* à une profondeur de 2 mètres que l'on ne dépasse généralement pas, car au delà de cette limite l'avancement devient trop lent.

Quelques années plus tard, les brigades de mineurs qui, jusque-là avaient travaillé uniquement à la journée, furent mises à la tâche. Cette mesure a eu comme résultat une notable augmentation du travail produit.

Deux mineurs travaillant à la tâche font actuellement le même travail que faisait anciennement une brigade de trois hommes.

Néanmoins, la perforation à la main avait le grand inconvénient de faire perdre aux ouvriers producteurs un temps précieux qu'ils pouvaient occuper beaucoup plus utilement à la fabrication des pavés. De plus, il se trouvait parmi les mineurs un certain nombre d'ouvriers aptes à devenir des producteurs.

La perforation à la main était de plus lente et coûteuse. Elle ne permettait que de faire des mines de peu de longueur et d'un faible diamètre.

But de l'emploi de la perforation mécanique. — Comme le problème que l'on cherchait à résoudre était d'arriver à augmenter la production, il fallait commencer par développer l'abatage et partant, tâcher d'améliorer tout d'abord l'opération du forage des trous de mine.

Les premières perforatrices ayant fait leur apparition vers cette époque, la société de Quenast comprit immédiatement tout le parti qu'elle pouvait tirer de ces nouveaux outils.

La perforation mécanique réunit en effet, tous les avantages que l'on cherchait.

1° Rapidité dans l'exécution,

2° Économie dans le travail,

3° Possibilité d'augmenter la longueur et le diamètre des trous de mine.

4° Enfin, disponibilité d'un certain nombre d'ouvriers pouvant être occupés plus utilement à d'autres travaux.

Emploi de l'air comprimé. — L'air comprimé fournit commodément la transmission et la distribution de la force motrice dans les chantiers de l'exploitation même à des distances très grandes et sans perte trop sensible.

La principale application qu'on en fait à Quenast consiste dans la mise en mouvement des perforatrices. Mais les appareils servant à élever les wagonnets d'un gradin à un autre de la carrière, sont également actionnés par l'air comprimé. Il en est de même de petits treuils employés pour les approfondissements. Comme ces treuils ne fonctionnent qu'à d'assez longs intervalles de temps, l'établissement d'une chaudière à vapeur n'aurait pas été justifiée; d'ailleurs les installations au milieu des carrières ne sont pas sans inconvénients, notamment au point de vue des éclats de mine que l'on ne peut éviter.

A proximité de générateurs à vapeur, il pourrait sembler à première vue, plus rationnel d'employer comme force motrice la vapeur transmise au moyen d'une conduite, de préférence à l'air comprimé dont l'usage paraît devoir être plus coûteux. L'expérience a prouvé le contraire, dû moment où la distance de l'outil au générateur dépasse une trentaine de mètres.

Malgré les moyens employés pour combattre le rayonnement de la chaleur à travers les parois des tuyaux, il se produit une condensation importante dans la conduite et par suite une grande perte de force.

La déperdition de l'air comprimé par la canalisation étant insignifiante et pouvant être considérée comme nulle pour les longueurs qui nous occupent si la pose des tuyaux a été faite avec soin, il en résulte que même à ces courtes distances, il y a économie à employer l'air comprimé.

En résumé, l'air comprimé a sur la vapeur les avantages suivants :

1° Il peut être transporté à de grandes distances sans perte sensible;

2° Il n'échauffe pas les appareils;

3° Son emploi offre moins de danger que celui de la vapeur.

4° Il n'exige pas d'installation spéciale là où il doit être employé;

5° Il constitue une force motrice dont on peut disposer à tout moment sans le moindre préparatif.

L'inconvénient de l'air comprimé est la congélation de l'humidité qu'il entraîne toujours avec lui et qui finit souvent, quand le temps est froid, par obstruer la conduite. L'on se contente à Quenast, pour remédier à cet inconvénient, de faire, de distance en distance, de petits feux le long de la canalisation métallique.

Machine à comprimer l'air. — L'air comprimé est obtenu au moyen d'un compresseur Sammelier (du type à deux cylindres conjugués et à commande directe) construit par la société Cockerill de Seraing (Belgique).

Cet appareil se compose d'une machine à vapeur à deux cylindres horizontaux conjugués. Les pistons à vapeur commandent directement, par le prolongement de leurs tiges, les pistons à air de deux cylindres compresseurs à double effet. Un volant puissant porté par un arbre à deux manivelles calées à 90°, rend les deux cylindres solidaires et régularise le mouvement.

La machine à vapeur est de la force de 70 chevaux.

Les cylindres à vapeur ont 500 *mm* de diamètre et 1,200 *m* de course.

La détente est variable et on marche ordinairement à une admission de 5/10.

Les cylindres compresseurs ont 450 *mm* de diamètre et 1,200 *m* de course.

Le diamètre du volant est de 5 *m* et son poids de 6 500 *kg*.

Les pistons compresseurs se meuvent horizontalement dans des cylindres en fonte remplis d'eau pour éviter l'échauffement. Chaque cylindre porte à ses deux extrémités une colonne verticale fermée à sa partie supérieure par un couvercle boulonné dans lequel se trouve la soupape de refoulement. Une ouverture rectangulaire, pratiquée dans la paroi des cylindres verticaux, porte le clapet d'aspiration qui est garni de cuir.

Par le mouvement du piston, l'eau s'élève d'un côté pendant que son niveau s'abaisse de l'autre. Par suite du vide qui se forme de ce dernier côté, la soupape d'admission s'ouvre et donne passage à l'air qui vient ainsi remplir l'espace laissé libre.

Lorsque le piston revient en sens inverse, l'eau s'élève de nouveau, comprime l'air jusqu'au moment où sa pression devenant égale à celle des réservoirs, la soupape d'échappement se lève et livre passage à l'air comprimé.

Les compresseurs étant à double effet, il s'ensuit que l'effet inverse se produit de l'autre côté du piston.

L'air comprimé par les deux compresseurs se réunit dans une même colonne de tuyaux en fonte qui se rend aux réservoirs.

Afin d'éviter les inconvénients pouvant résulter de l'action

oxydante de l'eau, les pistons sont construits en laiton et leurs tiges sont recouvertes du même métal.

L'inconvénient de ce compresseur était la faible vitesse à laquelle il fonctionne, 15 tours au maximum par minute. Il y a été remédié à Quenast en apportant à cet appareil les deux légères modifications suivantes :

1° Changement dans l'alimentation d'eau des cylindres compresseurs.

2° Adjonction de taquets de retenue aux clapets d'introduction d'air.

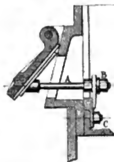
La première modification a pour but de favoriser le refroidissement par un renouvellement plus fréquent d'eau froide dans les cylindres compresseurs et aussi, de permettre l'expulsion rapide de l'eau échauffée venant des réservoirs accumulateurs et son remplacement par de l'eau plus froide.

Ce résultat est obtenu par une augmentation de diamètre de la conduite de distribution d'eau ainsi que par une disposition spéciale de tuyaux permettant la vidange de l'eau échauffée. L'eau employée au refroidissement, au lieu de provenir uniquement des réservoirs accumulateurs, peut venir également et suivant les besoins d'un réservoir d'eau spécial installé dans ce but.

La seconde modification a pour effet d'empêcher le ballottement des clapets d'introduction d'air. Lorsqu'on essayait de marcher à plus de 15 à 20 tours par minute, le ballottement créait un obstacle sérieux à l'introduction de l'air et brisait souvent les attaches des clapets.

Aujourd'hui, grâce aux modifications apportées, on peut sans inconvénient, marcher à la vitesse de 30 à 32 tours.

Les clapets s'ouvrent sans vibration et restent fixes jusqu'à la fin de l'introduction



Le résultat relatif aux clapets est obtenu ainsi qu'il est indiqué au croquis ci-contre par une petite disposition consistant dans une tige A terminée par un arrêt B lequel vient battre contre un butoir en cuir C de façon à limiter ainsi la course du clapet.

Les réservoirs à air comprimé se composent de cinq corps cylindriques en tôle dont un est vertical. Ces cinq chaudières représentent une capacité totale de $40\ m^3$. Primitivement il n'y avait que le réservoir vertical; l'adjonction de quatre corps horizontaux a été faite lors de l'augmentation du débit des pompes résultant de l'accélération de la machine, la capacité des réservoirs devant nécessairement être proportionnée à la dépense d'air comprimé. Ces réservoirs ont pour but de régulariser la pression en même temps que de maintenir aussi régulière que possible la marche de la machine.

Les cinq réservoirs communiquent entre eux, et comme l'air entraîne toujours de l'eau avec lui, c'est au sommet du réservoir vertical que se trouve la prise d'air destinée à conduire l'air comprimé sur les différents points de l'exploitation.

L'eau abandonnée par l'air comprimé s'accumule dans le réservoir vertical jusqu'à un certain niveau. Le surplus s'échappe au dehors ou est renvoyé aux compresseurs par l'action de l'air comprimé. A cet effet, un tuyau partant du réservoir vertical se subdivise en quatre branches dont chacune vient aboutir à un bac en fonte se trouvant à l'endroit des soupapes d'aspiration. L'eau refoulée dans ce bac est aspirée de nouveau avec l'air et retourne dans les compresseurs.

Ces compresseurs rendent 84 0/0 d'effet utile.

Conduite de l'air comprimé. — La conduite de l'air comprimé dans les travaux est établie en tuyaux de fonte et de fer étiré.

La conduite principale est en fonte et mesure 100 *mm* de diamètre intérieur.

Les branchements secondaires sont en fer étiré et ont 50 *mm* de diamètre intérieur.

Les branchements extrêmes sont également en fer étiré et ont 30 *mm* de diamètre intérieur.

Le joint employé pour l'assemblage des tuyaux varie.

Des tuyaux en forme de T permettent de relier les conduites entre elles. Ces tuyaux, suivant les cas, sont en fonte ou en fer. Enfin, des tuyaux en caoutchouc servent à établir la jonction entre les branchements extrêmes et les perforatrices.

Pression de l'air comprimé. — Les perforatrices utilisent l'air comprimé à pleine pression et, dans ces conditions, le calcul établit que le rendement de l'air comprimé va en augmentant à mesure que la pression diminue.

Il ne faudrait cependant pas conclure de là qu'une perforatrice fonctionnant à basse pression et pour un même travail produit, donnerait de bons résultats au point de vue de l'utilisation de l'air comprimé.

L'expérience prouve malheureusement que l'abaissement de la pression réduit dans une forte proportion l'effet utile produit. Cela s'explique par l'augmentation de diamètre à donner au piston percuteur pour arriver à obtenir un même travail, d'où il résulte par conséquent un accroissement des résistances passives à vaincre.

L'augmentation de diamètre entraînait de suite une augmentation considérable du poids des appareils. Or dans le travail des carrières où les perforatrices fonctionnent habituellement sur trépied et doivent être fréquemment déplacées, la question de poids est très importante. On doit donc toujours chercher à avoir des perforatrices aussi maniables que possible et partant les moins lourdes, bien entendu, pour un travail donné à produire.

Par suite des considérations qui précèdent, on voit qu'il est préférable de faire fonctionner les appareils à une pression assez élevée. La pression de marche adoptée à Quenast pour les perforatrices est de 4 atmosphères effectives.

(A suivre.)

CHRONIQUE

Garde-chute pour regard d'égout système Boutillier.

MM. Estable frères, constructeurs à Paris.

Aujourd'hui que les égouts sont utilisés pour tant de destinations variées, les besoins des services divers qui y sont installés exigent la fréquente ouverture des regards qui surmontent les cheminées d'accès. Ces orifices béants sous les pas des passants ont occasionné souvent des chutes mortelles malgré les prescriptions relatives à leur surveillance constante. Et à chaque accident nouveau, l'opinion s'est vivement émue et l'ingéniosité des inventeurs s'est exercée en vue d'en éviter le retour.

Le dispositif le plus simple qui se présente à l'esprit est l'obturation de la trappe par de légers disques pleins ou à claire-voie, en bois ou en tôle mince. Mais ce moyen présente en pratique plusieurs inconvénients. On a recours généralement à un certain nombre de dispositions parmi lesquelles nous citerons quelques-unes de celles employées à Paris.

Ce sont d'abord quatre barrières légères en bois et en fer feuillard, reliées deux à deux par des charnières. Des crochets s'engageant dans des pitons, aux angles du quadrilatère formé par les barrières, en assurent la rigidité. Pour le transport, les barrières se replient les unes sur les autres. Cet appareil est léger et fort simple.

Le service des égouts de Paris emploie aussi un garde-chute formé de quatre montants en fer ou en bois reliés entre eux par de petits fers plats articulés sur les montants et au milieu de leur longueur dans le plan même de chaque panneau. Le garde-chute en place, affecte la forme carrée et, grâce aux articulations des fers, il se ploie en un faisceau pour le transport et prend la forme d'un prisme carré d'environ 25 *cm* de côté. Ce garde-chute est plus lourd que le précédent.

Quelques entrepreneurs emploient de fortes barrières en bois, isolées l'une de l'autre, et réunies sur place par des crochets et des pitons. Ce dispositif est lourd et convient seulement quand on ne doit pas le transporter à dos d'homme.

Les garde-chute qui viennent d'être sommairement décrits reposent simplement sur le sol et n'offrent de résistance au renversement et aux poussées latérales que par leur poids qu'on a dû cependant s'attacher à rendre le plus faible possible pour faciliter leur transport. Ils ont donc l'inconvénient de ne pas rester sûrement en place sous l'action d'une poussée un peu forte.

En vue d'obtenir plus de résistance aux efforts transver-

saux, M. Caillette, entrepreneur à Paris, a présenté en 1884 à la Société d'encouragement, un garde-chute qui, dans son esprit, devait être installé à demeure sur chaque trappe d'égout. Lorsque le regard est fermé, le garde chute, formé de deux cercles réunis par des tiges en fer articulées, se rabat horizontalement au-dessous de la dalle. Quand la trappe est ouverte, il forme une barrière circulaire tout autour de l'orifice. Ce garde-chute a le désavantage d'obstruer le passage et de gêner beaucoup pour la descente des ouvriers et des ma-

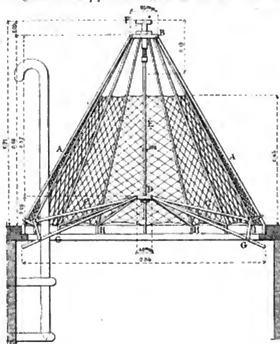


Fig. 1.

tériaux dans les égouts. Un essai fait en 1884 sur une trappe, place du Théâtre-Français paraît ne pas avoir eu de suite.

M. Boutillier, conducteur principal des ponts et chaussées, chef du service des compteurs d'eau et des colonnes montantes de la ville de Paris, a imaginé un garde-chute ingénieux qui est léger et prend son adhérence sur les dalles des regards. Cet appareil figurait à l'exposition de l'outillage des travaux publics de 1885-86.

Le garde-chute représenté par les figures 1 et 2 ci-contre, se compose d'une armature en acier, s'ouvrant et se fermant comme un parapluie, et d'un filet à mailles solides, recouvrant sur les deux tiers de sa hauteur, l'armature d'acier.

Seize lames d'acier A de 780 *mm* de longueur, 12 *mm* de largeur et de 3 *mm* d'épaisseur, sont articulées à l'une de leurs extrémités dans un disque de laiton B; à l'autre extrémité, ces lames sont un peu recourbées et, au moyen d'une petite chape, sont articulées avec les barettes C qui aboutissent à un second disque de laiton D.

Pour ces articulations, les lames A et C sont enfilées sur un cercle formé d'un fil rond d'acier, et ce fil est logé dans une creusure de forme appropriée entre les deux plateaux dont sont formés chacun des disques B et D. Les lames pénètrent dans des logements ménagés suivant les rayons des disques.

Fig. 2.

Une tige en fer carré E terminée par une poignée en laiton F, traverse les disques d'articulation B et D; elle est goupillée au-dessous du second qui est ainsi soutenu.

Lorsque le garde-chute est étalé, on tire sur la poignée F, le disque D se rapproche de celui B, les barres C se redressent et les lames A viennent s'appuyer contre la tige E, comme le représente la figure 2.

Lorsque le garde-chute est ouvert, les extrémités recourbées H de l'armature portent normalement sur la feuillure de la dalle.

Deux pinces G, diamétralement opposées, s'engagent sous

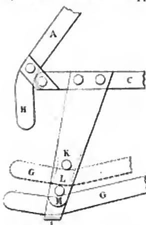




Fig. 3. Fig. 4.

le cadre du regard et empêchent l'appareil d'être renversé par une poussée latérale.

Les regards sont de deux sortes à Paris, ils sont en fonte recouverte de bitume ou en fonte striée. Les épaisseurs des cadres étant différentes, il faut pouvoir placer les pinces G de façon à ce qu'un même appareil puisse recouvrir l'orifice de l'un ou l'autre système de dalle.

Pour cela, la pince G est maintenue dans une chape I (fig. 3 ci-dessus) entre deux rivets dont l'un K est fixe et l'autre L, fixé sur une lame de ressort M, est mobile transversalement.

Pour les dalles en fonte striée, qui sont les moins épaisses, la pince G est placée entre les deux rivets. Pour les dalles en fonte bitumée, on écarte le ressort M, comme l'indique le pointillé de la fig. 4 et on fait passer la pince en dessous du rivet L.

Pour éviter que le garde-chute puisse, étant en place, se fermer accidentellement, M. Boutillier a imaginé le dispositif représenté par la figure 5 ci-contre.

A la partie inférieure du disque B est brasée une douille pendentive P terminée par un épaulement R. Une seconde douille Q, concentrique à la première, se termine à sa partie supérieure par trois tiges rondes O et N, la dernière dépassant les deux autres de 20 *mm*. La douille Q est constamment pressée contre le disque B par un ressort à boudin.

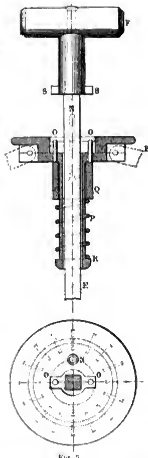


Fig. 5.

Lorsqu'on ouvre le garde-chute, la poignée F vient buter par sa douille contre le disque B; les deux ergots S pénètrent dans ce disque par les ouvertures ménagées au-dessus des

goupilles O. Ces tiges sont abaissées par la pression qui fait fléchir le ressort jusqu'à ce que les ergots touchent le plateau inférieur du disque B. En tournant alors la poignée, les ergots s'engagent dans une rainure circulaire et démasquent les goupilles O qui remontent aussitôt sous l'action du ressort. Elles empêchent ainsi la tige E de remonter et par conséquent le garde-chute de se fermer.

Pour fermer et enlever l'appareil, on presse sur la tige N, ce qui fait baisser la douille Q et les verrous O, on présente alors les ergots S vis-à-vis les orifices et on tire sur la tige E.

Le garde-chute qui vient d'être décrit, pèse tout complet, 6 *kg* environ.

L'emploi de cet appareil a été autorisé par le Préfet de la Seine pour le service des eaux de la ville de Paris.

Ciment à la pouzzolane.

Nous avons à plusieurs reprises appelé l'attention sur le mélange au ciment Portland, après fabrication, de certains laitiers de haut-fourneau granulés dans l'eau et finement pulvérisés. Ces additions, qui se pratiquent en Allemagne, et que certains fabricants continuent à taxer de falsification, paraissent améliorer la qualité de certains ciments lorsqu'elles sont faites dans les conditions voulues. Il se produit des quantités chaque jour croissantes de ciments chargés de fortes proportions de laitier moulu.

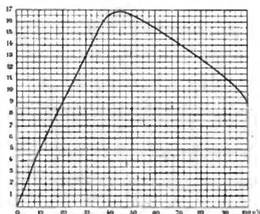
Mais il s'agit maintenant, dans le même pays, d'un produit nouveau que l'on nomme ciment à la pouzzolane et qui se compose de laitier de haut-fourneau et de chaux grasse, simplement mélangés sans cuisson ultérieure.

M. R. Bosse, de Brunswick, qui travaille depuis quelques années cette question, a publié dans le *Wochenblatt für Baukunde* une intéressante étude dont nous extrayons, sous toutes réserves, les quelques renseignements qui suivent.

Les premiers essais de M. Bosse remontent à l'époque où l'on a commencé à faire quelque bruit autour de la question des additions de laitier au ciment Portland.

Il a pris un laitier granulé et moulu qui contenait 32,5 parties de silice, 21,3 d'alumine et 44,1 de chaux. Il s'est servi de ce laitier pour composer divers mélanges, et entre autres il a mêlé à 100 parties de chaux des proportions croissantes de laitier.

Des briquettes d'épreuve ont été faites avec des mortiers formés des produits ainsi obtenus et d'un poids trois fois plus grand de sable normal; ces éprouvettes confectionnées et conservées conformément au *règlement allemand* ont été essayées à la rupture après vingt-huit jours. Les résultats ont été portés sur un tracé graphique dans lequel les nombres de parties de laitier pour 100 parties de chaux figurent en abcisses et les charges de rupture en kilogrammes par centimètre carré sont marquées en ordonnées. On a obtenu ainsi la courbe ci-dessous qui montre que le maximum de résistance à la traction correspond pour 100 poids de chaux à 44 poids de laitier, et que, entre 35 et 65 de laitier environ, le produit présente la résistance des bons ciments Portland.



Mais, malgré ces résistances élevées à la traction, on n'avait pas une matière équivalente au Portland, car le mortier s'affaissait en perdant de son volume, ce qui paraissait dû à la trop forte proportion d'alumine.

Cette difficulté fut levée, et M. Bosse parvint à produire un ciment à la pouzzolane qui, gâché à l'eau, conservait parfaitement son volume, mais qui ne présentait pas les fortes résistances à l'écrasement du ciment Portland. Cette résistance n'était que cinq fois plus grande que la résistance à la rupture, tandis qu'elle est généralement sept fois plus forte dans le Portland.

L'adhésion aux surfaces absorbantes était deux fois et demie plus grande que celle du ciment Portland pur et trois fois et demie plus grande que celle des ciments additionnés de laitier. L'imperméabilité était très satisfaisante. La prise se faisait en vingt-deux ou vingt-quatre heures.

Plus tard, et à l'aide d'un procédé simple et ingénieux dû à M. Wolters, on trouva le moyen d'obtenir toute durée de prise fixée à l'avance, d'élever la résistance à l'écrasement jusqu'à une valeur huit ou neuf fois plus forte que la résistance à la rupture, et d'augmenter aussi cette dernière dans une telle mesure qu'on réalisait après sept jours les chiffres précédemment atteints après vingt-huit jours seulement.

M. Bosse considère la nouvelle fabrication comme devant faire bientôt une sérieuse concurrence à la fabrication du ciment Portland, parce qu'elle est simple et économique et qu'elle livre un produit supérieur sous bien des rapports, plus agréable à manier, ne subissant pas de retrait, ne perdant pas sa consistance.

Le nouveau ciment à la pouzzolane est éminemment hydraulique : un ciment de une heure et demie de prise, immergé aussitôt après le gâchage, résiste à l'eau, ce qu'on n'obtient pas avec les ciments ordinaires.

Le nouveau procédé de fabrication, qui dispense de la cuisson, mettra les hauts-fourneaux à même de tirer un utile parti d'un déchet qui les a jusqu'ici encombrés.

Canal maritime entre la mer du Nord et la mer Baltique.

Le projet, depuis longtemps nourri, d'établir un canal maritime entre la mer du Nord et la mer Baltique, vient d'entrer dans une phase nouvelle qui permet de considérer l'exécution de cette œuvre comme prochaine.

Un projet visant le percement de ce canal a été présenté au Reichstag à Berlin et renvoyé pour examen à une Commission spéciale.

La dépense prévue pour le canal est de 195 millions de francs sur lesquels 90 millions seront dépensés pour les travaux de terrassement et de dragage.

Le canal aura une longueur de 98,7 *km*, son entrée du côté de la mer du Nord sera située dans l'estuaire de l'Elbe, à environ 3 *km* en amont de Brunsbüttel; il suivra d'abord une direction N.-N.-E pour aboutir près de Wittenbergen, à 18 *km* en aval de Rendsburg, à la rivière Eider qu'il suivra jusqu'à 8 *km* en amont de Rendsburg, pour prendre ensuite le tracé du canal de Sleswig-Holstein qui aboutit près de Holtenau dans la baie de Kiel.

Le profil du canal est prévu avec 26 *m* de largeur au fond et un tirant d'eau de 8,50 *m* (1); la largeur à la ligne d'eau sera en général de 60 *m*.

Le canal n'aura pas d'écluses sur son parcours, mais il y en aura aux deux têtes. Celle du côté de la mer Baltique ne sera du reste guère utilisée, car les variations du niveau des eaux y sont très faibles.

Tout en s'appuyant principalement sur l'utilité du canal au point de vue militaire, le rapport présenté au Reichstag fait aussi valoir les avantages que l'ouverture de ce canal présentera à la navigation en général. Le passage de la mer du Nord dans la mer Baltique se trouvera en effet abrégé d'environ 240 milles marins; les bateaux à voile pourront gagner environ huit jours et les bateaux à vapeur, tout en comptant treize heures pour le passage par le canal, gagneraient encore vingt-deux heures.

Grâce à ce canal, la navigation pourra éviter les dangers que présente le passage par le Skagerrak et le Kattegat, où la statistique relève en moyenne 200 sinistres par an.

(1) On sait que le canal de Suez présente à l'heure qu'il est, sauf quelques exceptions, une largeur au fond de 22 *m* et 8 *m* de tirant d'eau.

Le gérant : CH. BÉRANGER,
INGÉNIEUR CIVIL DES MINES
15, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, Impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4

New Annals
of
CONSTRUCTION.

Bureaux de Direction
et de Rédaction :
Chez BAUDRY et Cie, édit.
15, rue des Saints-Pères.

TOUS LES JOURS
de 4 h. à 6 h.

Nouvelles Annales
DE LA
CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — No 376 — Avril 1886

Pl. 15-16, 17-18 et 19-20.

Neue Annalen
der
BAUKUNST.

ABONNEMENTS ET ANNONCES :
Chez BAUDRY et Cie, édit.
15, rue des Saints-Pères.

15 fr. par an pour Paris.
18 fr. Départements.
20 fr. Union postale.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Percement de l'Isthme de Corinthe.

Pl. 15-16.

Articles antérieurs. — Percement de l'isthme de Suez. 1858. Pl. 1-2. — Percement de l'isthme de Panama. 1859. Pl. 1-2. — Percement de l'isthme de Suez. 1862. Pl. 1-2. — Travaux d'entretien du canal de Suez. 1883. Pl. 10. — Projet de canal entre Liverpool et Manchester. 1885. Pl. 33. — Canal maritime entre la mer du Nord et la mer Baltique. Mars 1886.

L'isthme de Corinthe condamne à un détour considérable la navigation entre la Méditerranée et la mer Adriatique d'une part, l'Archipel et la mer Noire d'autre part.

Il faut doubler le cap Matapan, c'est-à-dire passer au 36e degré de latitude, tandis que si le canal de Corinthe se trouvait percé, il est bien certain que c'est cette voie, située sur le 38e, que suivraient les navires.

L'idée de supprimer cet obstacle n'est pas née dans notre siècle, il est même permis de croire que les premières études relatives au percement de l'isthme de Corinthe remontent à quelques siècles avant l'ère chrétienne. Ce n'est toutefois que sous le règne de Néron que des tentatives ont été faites pour en opérer le percement. Du côté du golfe d'Égine des terrassements étaient commencés sur une étendue d'environ un kilomètre et demi du rivage, du côté du golfe de Corinthe une tranchée dont les déblais ont été déposés en cavaliers s'avance sur environ deux kilomètres, et il est bien évident que c'est en ligne droite qu'était projeté le canal de jonction. Entre les têtes de ces deux chantiers abandonnés depuis près de 18 siècles on retrouvait encore des puits creusés à des profondeurs variant de 3 à 16 *m*, qui avaient sans doute eu pour but de faire connaître la nature du sol.

Il est intéressant à relever que ces puits ont rendu un service réel aux ingénieurs chargés du percement qui s'effectue actuellement; en ce sens que les parois verticales de ces grands puits de sondage se sont bien maintenues dans les terrains, ce qui a conduit à ne pas trop adoucir les talus.

C'est à l'initiative et à la persévérance du général Türr, qu'est due l'exécution du canal de Corinthe, qui se poursuit en ce moment avec grande activité.

Avant de donner quelques détails sur ce travail, qui même à côté des percements de l'isthme de Suez et de celui de Panama, mérite encore d'être classé parmi les grandes œuvres de notre siècle, il paraît intéressant de signaler par quelques chiffres les avantages que ce canal assure à la navigation par l'abréviation de certaines routes.

En prenant le Pirée comme port de destination, les différences entre les distances actuelles de quelques ports de la Méditerranée et de l'Adriatique, et celles que la navigation aura à parcourir, une fois que le canal de Corinthe lui sera ouvert, et qui se trouvent consignées dans le tableau ci-dessous, mettent le mieux en évidence l'utilité de cette œuvre. (Fig. 4 pl. 15-16.)

Noms des PORTS	DISTANCE JUSQU'AU PIRÉE		Différence en pour cent de la distance actuelle
	Route actuelle doublant le cap Matapan	Route par le canal de Corinthe	
Marseille	969	862	11.0
Cette	1 029	922	10.4
Gênes	874	767	12.2
Trieste	867	707	18.4
Venise	868	708	18.4
Fiume	831	671	19.2
Brindisi	493	333	32.4

Quant à l'importance du trafic par le canal de Corinthe, le général Türr l'a estimée dans un exposé présenté au congrès géographique tenu en 1881 à Venise, à plus de 4 1/2 millions de tonnes. Ce congrès, après avoir entendu M. de Lesseps se prononcer, avec sa haute compétence, en faveur du percement, émit à l'unanimité le vœu que l'exécution de ce canal fût immédiatement entreprise.

Le 10 avril 1882 les travaux du percement furent officiellement inaugurés et c'est celui des trois tracés étudiés, qui comporte l'exécution en ligne droite et qui suit les vestiges des travaux commencés sous le règne de Néron, qui fut adopté.

Le profil transversal du canal présente 8 *m* de tirant d'eau et une largeur de 22 *m* au plafond. Ce sont les dimensions normales adoptées lors de son exécution pour le canal de Suez. Le canal de Corinthe aura une longueur totale de seulement 6350 *m*, il a dès lors paru inutile de ménager sur son parcours des garages, car l'expérience du canal de Suez avait démontré que des garages espacés de 10 *km* permettaient un mouvement qui dépasse celui qui aura lieu sur le canal de Corinthe.

Ainsi que le montre le profil en long que nous donnons pl. 15-16, fig. 1, c'est vers le milieu que la tranchée à exécuter atteint le maximum de profondeur, qui est d'environ 87 *m*. Les grands travaux de terrassement sont concentrés sur environ 4 1/2 *km* de longueur et si, ainsi que tout le porte à croire, les prévisions relatives aux talus à donner, se réalisent, le cube total des terrassements ne dépassera pas 10 millions de mètres cubes.

Sur environ un kilomètre de distance de chaque côté, l'on ne rencontre, sauf sur quelques points, que des alluvions assez faciles à attaquer, mais la partie centrale du massif est formée d'une craie compacte, recouverte de conglomérats à gangue calcaire assez dure, et de sables compactes nécessitant l'emploi de la mine et du pic.

Les profondeurs de la mer, dans la baie de Corinthe aussi bien que dans le golfe d'Égine, sont considérables, et ainsi que le montre le plan fig. 3 pl. 15-16, les profondeurs de 10 *m* se trouvent à moins de 500 *m* et celles de 20 *m* à moins d'un kilomètre du rivage. Aussi les dragages aux entrées ne sont-ils pas considérables. L'entrée Ouest, située à Poseidonia, se trouve protégée par deux jetées convergentes formant un bassin de relâche, tandis qu'à l'entrée Est, située au sud-ouest de Kalamaki, près de la ville naissante d'Isthmia, il a été reconnu que l'exécution d'une seule jetée, celle du Nord,

suffirait pour assurer la sécurité du passage. Ces trois jetées, exécutées en blocs naturels, sont presque terminées.

La situation topographique de l'Isthme rend l'installation des chantiers de terrassement assez difficile; les terrassements sont en effet concentrés en une seule tranchée et les déblais ne pourraient sortir que par les deux extrémités, si l'on n'avait pas pris le parti d'établir des chantiers échelonnés donnant issue sur les deux versants, où des dépôts sont faits ainsi que le montre le plan fig. 2, pl. 15-16, dans les plis du terrain, jusqu'à des hauteurs variant de 10,5 *m* à 52 *m* au-dessus du niveau de la mer.

Afin de pouvoir augmenter le développement des chantiers et multiplier les points d'attaque, sans tomber dans une multiplication à la fois gênante et coûteuse des étages, on ne se borne pas à l'attaque de front de la tranchée à chaque étage, mais on pousse des galeries en avancement et on multiplie par ces galeries les points d'attaque, en ouvrant sur ces galeries des puits formant entonnoirs, par lesquels les déblais exécutés à ciel ouvert pour l'approfondissement des tranchées supérieures, sont amenés vers les trains circulant dans les galeries pour les conduire aux décharges correspondant aux divers étages.

Pour pouvoir pousser avec plus d'énergie les attaques et hâter l'éloignement des déblais, on n'a pas hésité à établir provisoirement des voies en rampe, permettant l'utilisation des lieux de dépôt situés au-dessus du niveau des galeries d'avancement.

Le profil en long, fig. 1, pl. 15-16, montre à la fois l'état d'avancement des travaux à la date du 1er décembre 1885 et la disposition des chantiers d'attaque des travaux de terrassement.

Le plan, fig. 2, complète les indications de ce profil, en montrant l'emplacement des dépôts correspondant aux divers étages.

Les variations du niveau de la mer étant minimes, tant dans la baie de Corinthe que dans le golfe d'Egine, le canal ne sera pas muni d'écluses. Le seul ouvrage d'art important est le pont métallique de 80 *m* d'ouverture sur lequel passera le chemin de fer du Pirée au Péloponèse. Ce pont est situé au kilomètre 2,5 et franchit le canal à une hauteur de 52 *m* au-dessus du niveau de l'eau. Quant à la route qui se trouve coupée par le canal au kilomètre 4,5 et pour laquelle il n'avait pas été prévu de pont spécial, on a décidé de ramener son croisement avec le canal à l'endroit du croisement du chemin de fer pour pouvoir combiner ces deux ouvrages.

L'organisation des chantiers a été longue à faire; aussi, depuis le commencement des travaux jusqu'à la fin de 1883, soit dans une période d'environ 20 mois, le cube des déblais, comprenant naturellement les couches les plus faciles à attaquer, n'avait-il atteint que 352 000 m^3; le cube enlevé dans le courant de l'année 1884 était déjà de 835 000 m^3 et dans les premiers six mois de l'année 1885 on était arrivé à enlever 720 000 m^3, soit en moyenne 120 000 m^3 par mois. Depuis lors il y a eu des situations mensuelles accusant 160 000 m^3 et plus.

Les lettres A, B et C indiquent sur le profil en long les parties de la grande tranchée qui étaient terminées à la date du 1er novembre 1885; celles qui d'après l'activité imprimée aux travaux et correspondant à une moyenne mensuelle de 200 000 m^3, devaient être terminées à la fin de 1886 et enfin celles restant à achever dans le courant de 1887.

Sauf les dragages aux abords et aux deux têtes du canal, tous les travaux de terrassement se font à bras d'homme. Le nombre d'ouvriers qui, au début variait aux environs de 800, atteignait ces temps derniers le chiffre de 1 500.

Le matériel de transport constitue la partie la plus importante du matériel de l'entreprise. Il y a 10 locomotives et 600 wagons et wagonnets qui circulent sur les 32 *km* de voies ferrées (voie normale) posées pour l'éloignement des déblais. En dehors des dépôts dont il a été question ci-dessus, on déverse aussi une partie des déblais dans des chalands qui sont vidés au large. Tant pour desservir les deux dragues que pour faire ces transports des déblais, l'entreprise de travaux dispose de 3 remorqueurs et de 47 chalands.

L'entreprise, c'est-à-dire la Société de travaux maritimes et de construction, complètera du reste ce matériel pour assurer l'achèvement rapide du canal.

Les ingénieurs dirigeant les travaux du percement ne sont plus ceux qui, après avoir fait les études, les ont dirigés au début; ainsi MM. Gerster, Dauzats, Blanchard et autres ont cédé la place à M. Bazaine, ingénieur en chef des ponts et chaussées, en retraite, ingénieur en chef de la compagnie et à M. Bonnaud, ingénieur de l'entreprise; il n'y a que le général Türr qui n'a pas cessé d'être toujours à la tête de cette entreprise, dans laquelle son rôle est analogue à celui de M. Ferd. de Lesseps dans les grandes entreprises de Suez et de Panama.

E. Pontzen.

Stations pour chemins de fer économiques.

(*Types de la Société générale des chemins de fer économiques.*)

Pl. 17-18.

Articles antérieurs. — Station de la Ferté-Bernard. *Nouv. Ann.*, 1856. Pl. 19. — Station d'Evron. 1855, Pl. 20. — Station de Saint-Mathurin. 1857. Pl. 35-36. — Type de station de quatrième classe, Bellevue. 1859. Pl. 35-36. — Station de troisième classe, de Pampelune à Saragosse. 1861. Pl. 11-12. — Station de Bex (Suisse). 1861. Pl. 27-28. — Bâtiments de première, deuxième, troisième et quatrième classes, ligne d'Ancône à Bologne. 1861. Pl. 35-36, 37-38, 39 et 40. — Abri de voyageurs. 1861. Pl. 41. — Bâtiments de voyageurs de première classe, ligne de Lisbonne-Porto, types Oppermann. 1862. Pl. 37. — Bâtiments de deuxième, troisième et quatrième classes, ligne de Lisbonne-Porto. 1862. Pl. 38-39-40. — Bâtiment de voyageurs, ligne de Dreux à Acquigny. 1873. Pl. 57-58. — Type de halte et station, ligne de Barbezieux. 1874. Pl. 37-38 et 39-40. — Stations des chemins de fer anglais. 1876. Pl. 43. — Types de bâtiments de voyageurs de première, deuxième, troisième et quatrième classes, ligne de Paris-Lyon-Méditerranée. 1880. Pl. 19-20 et 21-22-23. — Chemins de fer d'intérêt général : lignes du Nord-Est, gares et stations. 1882. — Pl. 36-37 et 38-39. — Gare de Luxeuil. 1883. Pl. 24-25 et 26. — Abri métallique double pour voyageurs, station de Massy-Palaiseau. 1885. Pl. 39-40.

Les types de bâtiments que nous allons décrire sont ceux adoptés par la Société générale des chemins de fer économiques, pour toutes les lignes d'intérêt local dont elle est concessionnaire. Ils sont appliqués aussi bien sur les lignes à écartement normal que sur les chemins de fer à voie étroite.

Ils sont au nombre de quatre, savoir :

Station de 1re classe,
Station de 2e classe,
Halte avec service de marchandises,
Halte simple, pour voyageurs seulement.

Nous allons les examiner successivement.

1° *Station de 1re classe.* — Le bâtiment affecté à la station de 1re classe (fig. 1) comprend : un pavillon central à étage, avec une annexe au rez-de-chaussée pour la salle d'attente; une halle à marchandises est adossée symétriquement au pavillon central et communique directement avec lui. Enfin un quai découvert, terminé par une rampe d'accès fait suite à la halle. Cette disposition a pour avantages, tout en réduisant les dépenses qu'entraînerait la construction d'une halle indépendante, de rendre le service et la surveillance beaucoup plus faciles, et par suite de diminuer également les frais d'exploitation. C'est donc une solution réellement économique.

Au rez-de-chaussée (fig. 4), le pavillon central, divisé en deux parties égales de 3,50 *m* chacune par un mur de refend perpendiculaire aux façades principales, comprend, d'un côté, un vestibule d'entrée et la salle des bagages, et, de l'autre, le bureau du chef de gare et l'escalier d'accès à l'étage. Le vestibule, dans lequel s'ouvrent les guichets des billets et d'enregistrement des bagages, communique avec l'annexe formant salle d'attente et mesurant 5,50 $m \times 5,00$ *m*. Le bureau du chef de gare (3,50 $m \times 6,00$ *m*) est muni de quatre portes; l'une ouvrant directement sur la voie, l'autre dans le bureau des bagages, la troisième communiquant avec l'escalier qui dessert le logement du premier étage, et la quatrième donnant accès, au moyen de deux marches, dans la halle à marchandises.

Cette dernière se compose de travées de 4,50 *m* de longueur sur 5,50 *m* de large, supportées, à intervalles de 2,25 *m* par des fermes en charpente très simples et limitées, sur le côté opposé au bâtiment, par un pignon provisoire entièrement en sapin, qui permet à toute époque l'agrandissement de la halle. Cet agrandissement s'effectue toujours par travées de 4,50 *m*. Les fermes de la toiture, élevées au faîtage de 5,16 *m* au-dessus de l'aire de la halle, présentent, de part et d'autre de leurs points d'appui, une saillie de 2,50 *m* environ, formant auvent. Le rebord du chéneau se trouve à 5,12 *m* au-dessus du niveau du rail.

Des baies de 2 mètres de largeur sur 3 mètres de hauteur, percées dans les faces longitudinales, au milieu de chaque

travée, donnent accès dans l'intérieur de la halle. Elles sont fermées, au moyen de stores en tôle ondulée semblables à ceux qu'on emploie pour les fermetures de boutiques, et qui remplacent très avantageusement les lourdes portes roulantes habituellement en usage.

Le quai couvert, sous la halle, n'est pas limité, dans le sens transversal, à la largeur de la halle elle-même; il s'étend, en dehors de 1,715 *m* du côté des voies et de 1,135 du côté de la cour; ce qui porte sa largeur totale à 8,83 *m* qui est aussi celle du quai découvert qui lui fait suite. La distance entre le rail et le bord du quai ou celui du trottoir qui longe le bâtiment des voyageurs, est de 1 mètre dans le cas de la voie normale et de 0,85 *m* dans le cas de la voie étroite de 1 mètre.

Le quai découvert, élevé de 0,85 *m* au-dessus du niveau du rail, affecte, comme la halle, une longueur variable, par parties de 4,50 *m*. Il est terminé par une rampe d'accès de 4 mètres de longueur.

Le bord supérieur du quai couvert et du quai découvert est formé par une bordure en bois de chêne de 0,30 *m* × 0,15 *m*, fixée par des boulons de 0,020 *m* de diamètre et de 0,40 *m* de long espacés de 1 mètre. En outre, dans l'étendue de la halle, et du côté de la cour seulement, le mur de quai est protégé, contre le choc des voitures, par un bouclier en bois de chêne ou d'orme maintenu à l'aide de boulons à tête noyée de 0,020 *m* de diamètre et de 0,40 *m* de long également espacés de 1 mètre.

Au premier étage du pavillon central se trouve le logement du chef de gare qui comprend : une cuisine (2,60 *m* × 3,50 *m*), une salle à manger (3,50 *m* × 3,50 *m*) et deux chambres à coucher (3,50 *m* + 4,10 *m*). Un grenier (5,00 × 5,50 *m*), ménagé au-dessus de l'annexe formant salle d'attente, et une cave (3,45 *m* × 4,00 *m*) au-dessous du vestibule d'entrée, complètent cette installation.

Dans le bâtiment de station de 1re classe, la surface affectée au public est de 87,50 m^2 et celle affectée au logement est aussi de 87,50 m^2.

2° *Station de 2e classe.* — Dans la station de 2e classe (fig. 6, 7 et 8), nous trouvons, comme précédemment : un pavillon central à étage, une annexe au rez-de-chaussée pour salle d'attente et une halle à marchandises adossée au pavillon central, symétriquement à l'annexe. Mais la distribution de ces diverses parties est moins complexe, et leurs dimensions plus réduites que dans le type précédent.

Le pavillon central comporte, au rez-de-chaussée, deux pièces seulement : une cuisine (4,22 *m* × 3,55 *m*) ouvrant sur la cour et un bureau (4,50 *m* × 3,00 *m*) pour le chef de station, du côté de la voie. Dans le mur qui sépare le bureau de l'annexe formant salle d'attente, on a pratiqué une porte et un guichet de distribution des billets. De l'autre côté, une seconde porte fait communiquer le bureau avec la halle à marchandises.

La salle d'attente (4,85 *m* × 4,50 *m*) est, comme dans la station précédente, munie de deux portes, l'une ouvrant sur la cour et l'autre sur la voie. La halle à marchandises est également construite, comme dans la station de 1re classe, par travées de 4,50 *m* de longueur. Elle présente exactement les mêmes dispositions, seulement sa largeur est de 4,85 *m* à l'intérieur, au lieu de 5,50 *m* et sa hauteur totale du niveau du rail au faîtage est de 5,53 *m* au lieu de 6,01 *m*. Le quai découvert, dont la largeur est proportionnée à celle de la halle, est aussi établi par parties de 4,50 *m* et terminé par une rampe d'accès de 4 mètres.

L'escalier qui conduit à l'étage du pavillon central prend naissance dans la cuisine; il aboutit au premier étage, à un palier sur lequel s'ouvrent les portes de deux chambres correspondant aux deux pièces du rez-de-chaussée. L'une de ces chambres communique avec un grenier placé au-dessus de la salle d'attente. Une cave (3,35 *m* × 4,07 *m*) est enfin ménagée au-dessous de la cuisine.

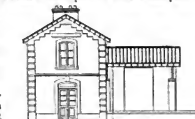
En élévation, le pavillon central présente un pignon sur chacune des façades correspondant au côté de la voie et au côté de la cour.

La fig. 9 donne les détails de construction du chéneau de ce pavillon central.

Dans ce type, la surface affectée au public mesure 35,40 m^2 et celle réservée au logement 75,40 m^2.

3° *Halte avec service de marchandises.* — Si du type précédent nous retranchons l'annexe servant de salle d'attente, nous avons le bâtiment affecté aux haltes qui comportent un service de marchandises.

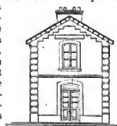
Ce type comprend donc simplement un pavillon à étage avec halle à marchandises adossée. La salle d'attente est ici contenue dans la pièce du pavillon affectée précédemment au bureau de la gare. On réserve alors pour ce bureau une partie de cette même pièce du côté de la porte donnant accès à la halle à marchandises, et séparée de la salle d'attente par une simple cloison de 1,50 *m* de hauteur munie de barreaux en bois à sa partie supérieure et pourvue d'un guichet de distribution.


Halte avec service de marchandises.

Le logement est également le même que ci-dessus, moins le grenier.

Dans ce type, la surface affectée au public est de 14 m^2 et celle réservée au logement de 53,50 m^2.

4° *Halte simple.* — Ce genre de station n'assure que le service des voyageurs et quelquefois celui des bagages et de la messagerie en grande vitesse. C'est encore le type précédent, moins la halle à marchandises. Ici, par conséquent, nous n'avons plus que le pavillon à étage qui est distribué exactement comme celui de la halte avec service de marchandises. Par suite, les surfaces affectées au public et au logement y sont respectivement les mêmes que ci-dessus.


Halte simple.

Matériaux employés; prix de revient. — Le mode de construction de ces bâtiments varie suivant les pays sous le rapport des matériaux employés pour le gros-œuvre.

Dans certains départements, les façades sont en maçonnerie ordinaire de moellons avec crépi tyrolien et chaînes en pierre de taille ou moellons piqués. Dans d'autres, on emploie la brique apparente ou la brique ordinaire recouverte d'un enduit.

Les règles suivantes sont adoptées pour les autres matériaux : les charpentes sont en sapin, ainsi que toute la menuiserie intérieure, seules les portes extérieures et les fenêtres sont en chêne; les parquets sont en planches de sapin de 0,027 *m* d'épaisseur, excepté pour les cuisines et les paliers inférieurs d'escaliers qui sont carrelés en briques. Les conduits de cheminées sont formés de wagons de terre cuite noyés dans la maçonnerie. Les couvertures, variables avec les pays, sont de préférence, en tuiles de zinc (système Menant). Enfin, l'aire des halles à marchandises est formée d'un dallage en ciment de 0,05 *m* d'épaisseur, et les quais découverts sont empierrés sur 0,15 *m* d'épaisseur.

Les prix de revient totaux de ces divers types de bâtiments varient, suivant les régions :

Entre 15 000 *fr* et 18 000 *fr* pour les stations de 1re classe,
— 12 000 — 15 000 — 2e classe,
— 8 000 — 10 000 pour les haltes avec service de marchandises.
et — 6 000 — 8 000 pour haltes simples.

Dispositions générales des gares. — Les lignes d'intérêt local auxquelles s'appliquent les types que nous venons de décrire sont toutes, bien entendu, à voie unique. Il importait que les voies des gares de pareilles lignes fussent disposées dans les meilleures conditions d'économie, c'est-à-dire pussent offrir, avec des aménagements commodes pour le service, une longueur de garage aussi grande que possible sur une surface de terrain très réduite. Voici comment le problème a été résolu, par la Société générale des chemins de fer économiques, pour les stations d'une ligne à voie de 1 *m* d'écartement (fig. 10).

La voie principale (n° 1) se dédouble, aux deux extrémités de la gare, d'abord pour donner naissance à la voie des mar-

chandises (n° 3) et, immédiatement après, à la voie d'évitement proprement dite (n° 2). C'est la voie des marchandises (n° 3) qui vient longer le bâtiment et, par suite, le quai de la halle; elle sert à prendre et à laisser les wagons; elle est complétée par une voie de débord (n° 4) reliée avec elle à ses deux extrémités, et qui vient contourner la station en passant au travers de la cour. La voie principale (n° 1) se trouve comprise, en face du bâtiment, entre deux quais longs de 80 *m* et larges de 3 *m*, dont l'un, à double face, dessert aussi la voie n° 2. Enfin, du même côté que cette dernière voie, c'est-à-dire à l'opposé des installations qui précèdent, on a prévu une voie de garage complémentaire (n° 5) à poser ultérieurement.

En prolongement du quai découvert, entre la voie du quai (n° 3) et celle de débord (n° 4), on a macadamisé une surface de 65 *m* de longueur, qui fait suite à la cour également macadamisée, et permet aux voitures de venir charger ou décharger directement les wagons placés en débord. La cour unique dessert à la fois le bâtiment des voyageurs et la halle à marchandises; elle s'étend, depuis l'extrémité du quai découvert, jusqu'à 12,50 *m* au delà de l'axe du pavillon central de la station. Ce dernier se trouve généralement placé en face du chemin d'accès.

Un pavillon pour latrines et lampisterie, un puits et un gabarit de chargement placé sur la voie n° 3, complètent ces installations.

La distance laissée entre les axes des voies, au droit des quais, est de 3,50 *m* pour les voies de garage; entre la voie du quai des machandises et la voie de débord (n° 4), à la traversée de la cour, on compte une distance maxima de 25 *m*. Dans le type qui nous occupe, les courbes de raccordement des voies de garage ont 100 et 200 *m* de rayon, pour l'emploi du croisement *tg* 0,09.

La distance entre les aiguilles de la voie d'évitement (n° 2) est de 210 *m*, et la longueur totale de la gare, mesurée entre les pointes des aiguilles extrêmes, est de 252 *m*.

La longueur des voies de garage s'établit comme suit :

Voie n° 2.	190 *m*
Voie n° 3.	240
Voie n° 4.	223
Total. . .	653 *m*
Voie supplémentaire n° 5 . .	167
Ensemble.	820 *m*

Et la surface totale du terrain occupé par la gare atteint seulement 65 ares.

Il est bien entendu que les dispositions que nous venons de décrire peuvent être simplifiées pour les gares de moindre importance. Ainsi on peut supprimer l'emplacement réservé à la voie supplémentaire n° 5, puis la voie de débord n° 4; enfin, dans les stations où il ne doit pas s'effectuer de croisement de trains, on peut également se passer de la voie d'évitement n° 2.

Applications. — Les divers types qui font l'objet de cette notice sont appliqués, comme nous l'avons dit, par la Société générale des chemins de fer économiques, dirigée par M. Emile Level, à toutes les lignes dont cette Société est actuellement concessionnaire, savoir :

Département de la Gironde. Lignes d'intérêt local, voie normale (la majeure partie est en exploitation)	267 *km*
Départ. de la Somme. Lignes d'intérêt local, voie de 1 *m* (en construction).	300
Départ. de Seine-et-Oise. Ligne de Valmondois à Épiais-Rhus, voie de 1 *m* (en construction). .	13
Départ. du Cher et de l'Allier. Lignes d'intérêt général et d'intérêt local, voie de 1 *m* (en construction).	400
Départ. de la Haute-Marne. Ligne de Gudmont à Rimaucourt, voie normale (en construction).	21
Soit sur un total de. . . .	1 001 *km*

G. Cerbelaud,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Plomberie d'art. — Revêtement et ornementation des combles.

Pl. 19-20.

La décoration des toitures par des ouvrages d'art en plomb battu ou laminé, constitue aujourd'hui une branche toute spéciale de l'industrie du bâtiment; c'est là une reprise des traditions, longtemps abandonnées, de l'art monumental au Moyen-Age. Vers 1847, des architectes tels que Lassus et Viollet-le-Duc, secondés par un habile praticien, M. Durand, ont pu faire revivre cette industrie complètement délaissée depuis le xvie siècle. A la Sainte-Chapelle et à Notre-Dame de Paris on exécuta ainsi, parmi les travaux de restauration, les ouvrages de plomberie décorative qui ont rendu aux combles de ces édifices leur aspect primitif. Depuis cette époque jusqu'en 1870 on exécuta au Louvre, sur les dessins de Visconti et de Lefuel, puis au Palais de Justice et à la Cour de Cassation, sur le dessin de Duc, des travaux remarquables de plomberie. M. Durand, entrepreneur spécial chargé de ces travaux, eut pour successeurs MM. Monduit, Béchet, Gaget et Gauthier. C'est dans les travaux de ces constructeurs, travaux exécutés d'après les dessins de divers architectes qu'ont été choisis des motifs pouvant entrer, vu la simplicité relative de leur exécution, dans le cadre des *Annales de la Construction*.

Les trois *épis* (fig. 1, 2 et 3, pl. 19-20) ont été dessinés par M. Lefuel pour les combles du château de Neudeck. La crête du faîtage est en fer forgé; l'épi du milieu est monté sur un poinçon en bois surmonté d'une tige en fer qui supporte une girouette; le bois du poinçon est revêtu de lames de plomb. La bavette de revêtement qui recouvre le faîtage est également en plomb.

Les deux autres épis (fig. 2 et 3) dont la silhouette appartient au genre dit Louis XIII, sont construits de même que le précédent, c'est-à-dire que les formes en bois, sont recouvertes d'une enveloppe de plomb laminé dont les diverses pièces, martelées d'abord, puis repoussées à l'outil, sur un modèle en bois ou en fonte, sont ensuite fixées par des agrafes au mandrin en bois tourné; celui-ci est formé de fourrures rapportées au poinçon équarri de la charpente.

Les trois épis suivants (fig. 4, 5 et 6) sont dus au dessin de l'architecte Millet, l'auteur regretté de la restauration du château de Saint-Germain-en-Laye; le premier (fig. 4) appartient, par la forme et les détails, au style de la fin du xvie siècle; le second (fig. 5) est inspiré des modèles de la fin du xive siècle; le troisième, enfin (fig. 6), par sa silhouette ferme, robuste, et par le caractère de ses ornements, se rapproche des modèles, si purs de forme du xiiie siècle, sauf pourtant en ce qui concerne la bague ou disque placé à la base de l'épi, qui est pénétrée de tourillons horizontaux : cet ornement appartient plutôt comme origine à l'époque du xive siècle.

L'épi à girouette (fig. 7) fait partie des plomberies décoratives de l'Hôtel-de-Ville de Compiègne, restauré par M. Lafollye, architecte du gouvernement.

Les deux derniers croquis (fig. 8 et 9) indiquent les projections géométrales de deux crêtes en plomb repoussé, qui décorent les combles du château moderne d'Ognon (Oise); ils ont été exécutés sur le dessins de M. Eug. Petit, architecte. De ces deux types de couronnement, le premier, beaucoup plus important que le second, termine un comble également plus élevé. On remarquera que les crêtes reliées par une traverse haute (fig. 8) produisent, d'ordinaire, un effet moins satisfaisant, moins léger, que celui résultant de la disposition des crêtes dépourvues de cette traverse (fig. 9).

Car si les architectes disposent ainsi crêtes et épis au faîte des toitures, c'est sans doute dans le but d'adoucir la transition entre la silhouette rectiligne et sombre d'un comble, et le ciel sur lequel cette silhouette se détacherait trop durement. Or ici (fig. 8), la traverse en question tend à amoindrir l'effet cherché.

Nous donnerons quelques renseignements pratiques sur les moyens employés par les plombiers modernes, pour l'exécution des parties décoratives de plomberie sur les combles.

Ces procédés sont d'ailleurs les mêmes que ceux mis en œuvre par les ouvriers et artisans au Moyen-Age.

Supposons qu'il s'agisse, par exemple, de revêtir et de décorer la partie d'un poinçon dépassant le faîtage du comble.

Sur ce poinçon prolongé, on fixe, ordinairement, une tige terminale en fer *rond*, montée et *boulonnée* en *enfourchement*. Un premier revêtement ou chemise de plomb recouvre la tige et le poinçon, tout en suivant les profils indiqués au dessin, profils dont la masse se trouve ébauchée par les mandrins en bois, équarris ou tournés, et fixés au poinçon, ainsi qu'il a déjà été dit.

Dans l'application des lames de plomb, on suit rigoureusement le système « d'agrafure », indispensable à la liberté de dilatation du métal, dont le fixage par soudures amènerait le déchirement; des *agrafes* en fer méplat sont donc clouées ou vissées au bois du poinçon, ou soudées à la tige de prolongement; ces agrafes retiennent, par leur crochet, la partie inférieure de chaque lame de plomb formant revêtement; la partie supérieure de la lame venant immédiatement au-dessous de la première, est retenue par le bord inférieur agrafé de celle-ci, qui vient au-dessus former recouvrement. C'est là du reste, ce qui a déjà été expliqué ici (*Nouv. Ann.*, mai 1885, Col. 69, Pl. 23-24), pour les différentes sortes de *couvertures métalliques à dilatation libre;* on procède, en un mot pour le revêtement métallique d'une forme décorative quelconque, de la même façon que lorsqu'il s'agit de couvrir en plomb, zinc ou cuivre, la surface plane ou courbe d'un pan de toiture.

Ensuite, pour l'adaptation des ornements—feuillage, volutes ou enroulements — au fût ou âme de bois déjà revêtue de sa première enveloppe de plomb, on dispose des tigettes de fer rond fixées par des brides soudées aux dits ornements; et ces tigettes formant ainsi crochet, viennent s'engager en de petites gaines de plomb soudées à l'enveloppe du fût; ou encore des brides soudées aux ornements, s'agrafent à des crochets ou goujons de fer, soudés eux-mêmes au dit fût.

Souvent les tigettes en question, longues et recourbées (fig. 2, 3, 4, 5, 6 et 7) se terminent par des fleurons aux pétales de plomb, et soutiennent en même temps des ornements très robustes de forme, mais qui seuls, isolés, ne pourrraient se maintenir, et s'affaisseraient en cédant à leur propre poids.

Lorsqu'il s'agit d'orner le faîtage d'un comble par une crête ou « galerie » (fig. 8 et 9), on fixe tout d'abord au faîtage et même aux chevrons une armature en fer, de façon à offrir aux combinaisons ornementales un support de structure simple mais solide. De distance en distance, les prolongements des têtes de poinçon, ou même des potelets de renfort, assemblés au faîtage, contribuent à la solidité de la crête, comme les piliers d'une grille de clôture. Quelquefois, suivant le style de la décoration, la bavette qui recouvre la partie supérieure d'un pan de toiture est elle-même décorée de reliefs en plomb repoussé ou fondu (fig. 4).

Les ouvriers plombiers chargés d'exécuter un travail de plomberie décorative, reçoivent un modèle, en bois dur ou en fonte, de la partie à modeler; ils doivent, dans une feuille de plomb laminé, découper à plat, et suivant un patron qu'ils tracent eux-mêmes, la surface développée de l'ornement à modeler; ils martèlent ensuite à l'aide d'outils en bois, de repoussoirs et de maillets, le métal sur les bosses ou dans les creux du modèle.

On coule aussi, en des moules de fonte, le plomb fondu; mais ce procédé est réservé à la fabrication des ornements très multipliés et d'un petit volume; l'emploi du plomb laminé, repoussé à la main, pour les grandes parties, répétées peu de fois, comporte, en outre de la valeur artistique de l'ouvrage, une grande économie de poids : et c'est chose importante lorsqu'il s'agit de ne pas surcharger inutilement les combles.

E. Rivoalen

Perforation mécanique aux carrières de Quenast (Belgique) (1).

(Deuxième article)

Emploi des perforatrices — L'application de la perforation mécanique au travail des carrières ayant été décidée il s'agissait de savoir à quel genre de perforatrice on donnerait la préférence.

Les perforatrices se divisent en deux classes : celles à percussion et celles à rotation. Elles sont mues à la main ou mécaniquement. La force employée pour les perforatrices mues mécaniquement est la vapeur ou l'air comprimé.

Les perforatrices à main essayées n'ont présenté aucun avantage sérieux sur le travail des ouvriers; quant au genre de perforatrice, la préférence a été accordée immédiatement aux perforatrices à percussion, mieux appropriées au travail à exécuter à Quenast.

Les premières perforatrices employées marchaient à la vapeur fournie soit directement par les générateurs des machines fixes, soit par des chaudières verticales montées sur chariots roulant sur les voies des carrières. Ces chaudières furent abandonnées par suite des inconvénients que présentait leur emploi dès que le nombre d'outils en fonctionnement justifia l'installation de compresseurs d'air.

Après avoir essayé la plupart des perforatrices à percussion inventées jusqu'à ce jour, on s'est arrêté successivement à l'emploi des perforatrices Dunn et Ingersoll.

Les appareils ordinairement en usage à Quenast ont 4 pouces anglais de diamètre au piston, soit 102 *mm*, la course des pistons varie de 120 à 150 *mm*.

Ces perforatrices travaillent à la pression de 4 atmosphères effectives. Le mouvement de frappe est à peu près le même dans les deux systèmes. Ces deux perforatrices battent chacune environ 300 coups par minute.

Aujourd'hui les perforatrices Dunn que possédait la société sont hors de service et toute la perforation mécanique est faite actuellement par les perforatrices Ingersoll conjointement avec une perforatrice construite récemment dans les ateliers de la société.

Cette perforatrice, que nous appellerons la perforatrice Quenast pour la distinguer des deux autres, emprunte ses trois mouvements à la perforatrice Dunn. Elle diffère de cette dernière par certaines améliorations que la pratique a indiquées.

Les perforatrices Ingersoll sont au nombre de 9 dont :

7 de 102 *mm* de diamètre au piston,
1 de 82 — —
1 de 73 — —

Introduction des perforatrices. Précautions prises pour y arriver. — Faire bien comprendre à l'ouvrier la simplicité de maniement de la perforatrice et ensuite l'avantage qu'il pourrait retirer de l'emploi de cet outil, furent les deux précautions employées pour arriver à substituer aisément la perforation mécanique au travail à la main.



On est arrivé au premier résultat en faisant fonctionner les perforatrices en présence des ouvriers sans l'aide de personnes habituées au maniement de ces outils. Les ingénieurs de la société donnèrent les premiers l'exemple.



Le second résultat a été atteint en faisant de la perforation mécanique gratuitement aux brigades d'ouvriers producteurs travaillant à la tâche jusqu'au jour où ces ouvriers furent convaincus des avantages que présentait pour eux ce nouveau mode de forage. Aujourd'hui, les ouvriers, quoique payant les mines qui leur sont faites par les perforatrices, sont heureux d'en réclamer l'emploi chaque fois qu'ils en ont l'occasion.

Fleurets. — Dans le cylindre de toute perforatrice se meut un piston dont la tige fait l'office de porte-fleurets. Cette tige se termine par un manchon servant à fixer le fleuret par l'extrémité opposée à celle destinée à attaquer la roche.

Le tableau ci-dessous donne le détail de la série de fleurets habituellement en usage pour des mines verticales que l'on a toujours intérêt à faire les plus longues possible. Une série de fleurets se compose de 20 pièces dont la figure ci-contre montre la forme.



Fig. 2.

Exceptionnellement on fore des trous dépassant la longueur de 6 mètres sans aller cependant au delà de 7,50 *m* qui est le maximum pour lequel on façonne des fleurets. Au-dessus de cette longueur, l'avancement deviendrait trop faible.

Par suite de la hauteur des étages, il serait du reste rare à Quenast que l'on dût dépasser cette longueur de trou de mine.

Le tableau ci-dessous donne les dimensions de la série de fleurets en usage pour des mines horizontales ou s'approchant

(1) Voir *Nouvelles Annales* de mars 1896.

de l'horizontale ; ces dernières ayant d'ordinaire des longueurs moindres que les mines verticales.

Une série de fleurets se compose de dix pièces.

Dimensions des fleurets (grande série).

Nos	a	b	c	d	e	f	g	h
	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	108	0.800	350	25	90	48	32	170
2	101	0.900	»		80	48	»	»
3	101	1.020	»		75	48	»	»
4	98	1.160	»		70	48	»	»
5	95	1.330	»		70	48	»	»
6	92	1.550	»		65	35	»	»
7	89	1.800	»		65	35	»	»
8	86	2.050	»		60	30	»	»
9	83	2.350	»		60	30	»	»
10	80	2.600	»	à	60	30	»	»
11	77	2.900	»		55	28	»	»
12	75	3.200	»		55	28	»	»
13	73	3.500	»		50	28	»	»
14	71	3.800	»		50	28	»	»
15	69	4.100	»		50	28	»	»
16	67	4.450	»		45	25	»	»
17	65	4.800	»		45	25	»	»
18	63	5.200	»		45	25	»	»
19	61	5.600	»		40	25	»	»
20	59	6.000	»	13	40	25	»	»

Dimensions des fleurets (petite série).

Nos	a	b	c	d	e	f	g	h
	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	60	0.600	300	15	50	25	32	170
2	58	0.900	»		40	»	»	»
3	56	1.200	»		40	»	»	»
4	54	1.500	»		40	»	»	»
5	52	1.800	»	à	35	»	»	»
6	50	2.100	»		35	»	»	»
7	48	2.400	»		35	»	»	»
8	46	2.700	»		35	»	»	»
9	44	3.000	»		32	»	»	»
10	42	3.360	»	7	32	»	»	»

Les trous de mine résultant de la perforation mécanique sont de forme conique commençant pour les mines verticales par un diamètre de 110 *mm* pour finir à 6 *m* de profondeur avec un diamètre de 60 *mm*.

Dans les mines horizontales, le trou commence par un diamètre de 62 *mm* pour finir à 3,30 *m* par 43 *mm* de diamètre.

Les fleurets employés à la perforation mécanique sont en acier fondu, la section des barres est circulaire.

Le trépan a la forme dite en « bonnet de prêtre » à ailettes allongées et évidées de façon à permettre le curage des trous au moyen d'une injection d'eau pendant l'opération même.

Une perforatrice de 102 *mm* de diamètre de piston fait en moyenne à Quenast (1), en 10 heures de travail, un avancement de 6 mètres, soit 0,60 *m* par heure de travail effectif. Cet avancement est calculé en tenant compte de toutes les pertes de temps : déplacement de l'outil, changement de fleurets. C'est le travail pratique d'une perforatrice par journée de 10 heures de travail effectif. L'avancement de 0,60 *m* à l'heure s'entend pour les gros fleurets; pour les petits fleurets, l'avancement est de 1 *m* en moyenne.

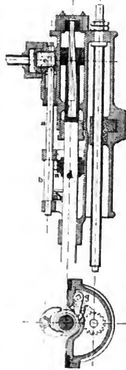


Fig. 3.

Au début de chaque opération, par suite du diamètre plus grand des fleurets, leurs taillants s'émoussent plus rapidement. C'est afin de proportionner les longueurs entre les différents fleurets à la durée de travail de ces outils que l'on a été amené à établir les différences de longueurs indiquées sur le premier des deux tableaux précédents (grande série). Par suite du diamètre moindre des fleurets de la petite série, cette précaution n'est pas nécessaire.

(1) Voir, pour la nature de la roche travaillée, le numéro d'octobre des *Nouvelles Annales*.

Perforatrice Dunn.

Le croquis ci-dessus représente la disposition de la perforatrice Dunn.

1° *Mouvement de percussion.* — Le mouvement de percussion du piston porte-fleurets est produit par un renflement *d* existant sur la tige du piston. Ce renflement est terminé par des plans inclinés dans le sens de la hauteur, il commande automatiquement le tiroir de distribution,

Ce résultat est obtenu par la tige *a* portant à son extrémité inférieure *b* deux cames *n*, *n*, et à son extrémité supérieure, un taquet *c* agissant sur le tiroir de distribution. Par l'action du renflement sur les cames, la tige reçoit un mouvement alternatif qui se communique au tiroir et ouvre successivement les lumières d'admission de l'air comprimé.

2° *Mouvement de rotation.* — Le mouvement de rotation du porte-fleuret est produit par l'effet d'une barre carrée tordue pénétrant dans la tige du piston percuteur, cette barre porte à son extrémité une roue à rochet contenue dans une boîte en fonte boulonnée sur le cylindre percuteur et sur laquelle agissent deux petits cliquets, pressés constamment contre la roue par des ressorts, ce qui oblige la barre à tourner constamment dans le même sens.

La barre tourne pendant l'un des mouvements du piston, mais ne pouvant détourner pendant le mouvement contraire, le porte-fleuret tourne à son tour d'un angle égal à l'angle de torsion de la barre.

3° *Mouvement d'avancement.* — Le mouvement d'avancement du porte-fleuret se fait automatiquement. Une vis à filet carré portée par le cylindre tourne dans un écrou fixe se trouvant vers le milieu du bâti qui supporte la perforatrice et fait par ce mouvement, avancer le cylindre percuteur.

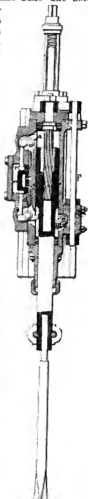
Ce résultat est obtenu par le renflement de la tige du piston venant buter sur une came *f* portée par un arbre *g* et se trouvant à la partie inférieure de ce dernier.

Quand le fleuret est susceptible d'avancer, le renflement vient buter contre la came *f* et fait tourner d'un certain angle l'arbre *g*. Un levier muni de deux cliquets agissant sur une roue à rochet calée sur la vis d'avancement se trouve à la partie supérieure de l'arbre *g*. Ce levier communique le mouvement de la came et fait avancer le cylindre percuteur le long du bâti.

Ce mode d'avancement automatique dépendant uniquement de la plus ou moins grande dureté de la roche à percer, et nullement du nombre de coups du piston percuteur, est, soit dit en passant, le plus rationnel.

Perforatrice Ingersoll.

Le croquis ci-contre représente la disposition de la perforatrice Ingersoll.


Fig. 4.

1° *Mouvement de percussion.* — Le mouvement de percussion du piston porte-fleurets est produit par le piston venant tour à tour, dans son mouvement de va et vient, buter contre deux cames *a* et *b*. Ces cames, par

l'intermédiaire de deux petites tiges mobiles *c* et *d*, mettent en mouvement le tiroir *e* de distribution de l'air comprimé.

2° *Mouvement de rotation.* — Le mouvement de rotation du porte-fleurets est produit de la même façon que dans la perforatrice Dunn, sauf que la barre carrée tordue est remplacée par une tige à rainures hélicoïdales

3° *Mouvement d'avancement.* — Le mouvement d'avancement du porte-fleuret se fait automatiquement et d'une façon analogue à celle indiquée pour la perforatrice Dunn.

Une vis à filet carré est fixée au bâti portant la perforatrice. Cette vis porte un écrou faisant corps avec le cylindre, d'où il résulte que la vis en tournant fait par conséquent avancer l'appareil. La rotation de la vis est obtenue par l'action du piston venant battre sur une came *m* fixée sur un arbre *n* à la partie inférieure du cylindre. Le mouvement de la came se transmet par l'intermédiaire d'une roue à rochet et de cliquets à la vis *p* et fait avancer la machine le long du bâti.

Cette perforatrice, ainsi que la perforatrice Dunn, comme il est facile de s'en rendre compte par l'examen des croquis, sont simples dans leurs mouvements et composées chacune d'un petit nombre de pièces. Grâce à ces avantages, leur fonctionnement donne lieu à peu d'entretien, ce qui est capital pour des outils qui, travaillant à de très grandes vitesses et étant soumis à des chocs constants, sont sujets à des détériorations nombreuses.

Néanmoins, ces appareils présentent encore certains inconvénients que la pratique a fait connaître. C'est pour y remédier que le chef de service des machines de Quenast a proposé la construction d'une perforatrice réunissant les avantages des systèmes Dunn et Ingersoll en remédiant le plus possible aux inconvénients qu'une assez longue période de fonctionnement lui avait fait constater.

(*A suivre.*)

CHRONIQUE

Heurtoir hydraulique.

Les heurtoirs ordinaires sont généralement établis en vue d'offrir la plus grande rigidité possible; il en résulte de graves accidents lorsque dans un train de chemin de fer le frein n'agit pas, ou lorsque la vitesse n'est pas suffisamment réduite par suite d'une fausse manœuvre. Le danger ne provient pas seulement du choc même de la locomotive contre le heur-

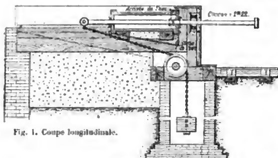


Fig. 1. Coupe longitudinale.

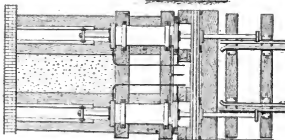


Fig. 2. Plan.

toir, mais aussi du mouvement de recul qui en est la conséquence.

Le principe du heurtoir hydraulique consiste dans la résistance apportée par l'eau au mouvement de pistons dans des cylindres horizontaux remplis d'eau, ces pistons recevant le choc du train en mouvement.

Ses principaux avantages sont les suivants :

Absence de recul après la collision;

Résistance uniforme et continue qui finit par arrêter le train;

Nous donnerons, d'après *Engineering* auquel nous sommes redevable des dessins ci-après, la description du heurtoir hydraulique de M. Alfred A. Langley.

Les cylindres, au nombre de deux, (fig. 1, 2 et 3) ont une longueur de 1,40 *m*; ils portent unrebord à chaque extrémité, leur diamètre est de 0,305 *m* et leur épaisseur de 0,063 *m*.

Les extrémités sont fermées par des plaques boulonnées sur les rebords. Ces plaques sont percées de trous laissant passer la tige du piston au travers d'une boîte à garniture (*stuffing-box*) composée d'un cuir embouti. La tige du piston est en acier de 0,095 *m* de diamètre et de 4,00 *m* de longueur.

Un anneau de caoutchouc est fixé autour de la tige du piston, contre chaque face, pour former coussin lorsque le piston arrive aux extrémités de sa course.

La surface comprise dans la circonférence intérieure du cylindre est légèrement supérieure à celle du piston, de 2,45 cm^2.

Cette surface va en diminuant graduellement (fig. 3 et 4)

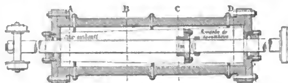


Fig. 3. Détail d'un cylindre.

de façon à opposer une résistance uniforme durant toute la course du piston. Cette diminution est obtenue à l'aide de deux pièces de fer de 0,076 *m* de large, diamètralement opposées, et placées suivant deux génératrices du cylindre et sur toute sa longueur. Ces deux pièces font saillie de 0,014 *m* au commencement de la course et de 0,042 *m* à la fin.

Une entaille correspondante de 0,042 *m* de profondeur est ménagée de chaque côté du piston aux extrémités d'un même plan diamétral.

La résistance offerte par l'eau au mouvement du piston dépend de deux choses :

1° De la rapidité du mouvement;

2° De l'espace libre compris entre le piston et le cylindre.

La rapidité du mouvement sera toujours plus grande au commencement de la course; mais, à mesure que le piston est repoussé, l'espace libre entre les entailles du piston et les pièces de fer faisant saillie, devient de plus en plus petit ainsi que le montrent les figures 4, de sorte qu'en dépit de la

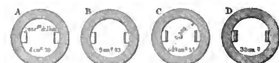


Fig. 4. Coupes suivant A, B, C, de la fig. 3.

diminution de vitesse, la résistance se maintient uniforme jusqu'à l'arrêt complet du train.

Des tuyaux d'amenée d'eau, débouchant au front de chaque cylindre, permettent de maintenir ceux-ci constamment pleins d'eau. L'expérience a prouvé qu'une course de 1,22 *m* était suffisante pour tous les cas; un train animé d'une vitesse de 14 *km* à l'heure est arrêté avant que le piston ne soit arrivé à la fin de sa course.

Le piston, dans sa position normale, prêt à recevoir un train, fait saillie de 1,83 *m* sur la face du cylindre, ce qui permet d'utiliser 0,61 *m* pour l'établissement d'un arrêt fixe qui empêche le piston d'aller à fond de course. Cet arrêt consiste en quatre rails fixés en avant des cylindres, deux au-dessus des tiges des pistons, deux au-dessous. Les pistons se terminent par des tampons pour correspondre avec ceux du matériel roulant.

Après un choc, les pistons sont ramenés en avant, à leur position primitive, par l'action d'un contre-poids qui descend dans un puits placé à l'avant du heurtoir.

Le corps du heurtoir se compose d'un bloc de béton (fig. 1

et 2) sur lequel on couche des poutres ; les cylindres sont fixés sur ces poutres avec de forts étriers en fer.

Les frais de premier établissement d'un tel heurtoir hydraulique peuvent s'élever à 3 750 *fr.* Les frais d'entretien sont très minimes si on les compare à ceux des heurtoirs ordinaires. La longueur de la course du piston est un point important, et ce n'est qu'après plusieurs essais qu'on adopta la course de 1,22 *m* aux stations de Fenchurch Street et de Liverpool Street sur le Great Eastern Railway qui sont munies de ces heurtoirs depuis environ quatre années.

Broyeur à mortier à auge tournante.

Quand il s'agit de faire journellement une assez notable quantité de mortier, on emploie généralement en France le manège à auge circulaire ou le malaxeur à ailettes. Le premier de ces instruments donne un mortier d'excellente qualité, mais exige un emplacement relativement considérable et fournit peu. Dans le second, le rendement est plus grand, mais la trituration des matières laisse souvent à désirer.

Nous croyons devoir signaler à nos lecteurs le broyeur à auge tournante, employé actuellement aux travaux du port d'Anvers, qui paraît réunir les avantages des deux systèmes sans en avoir les inconvénients.

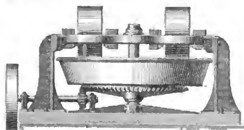


Fig. 1. Elévation.

Cet appareil se compose d'un bâti en fonte et d'une auge ou cuve métallique circulaire reposant sur une roue dentée

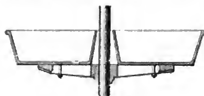


Fig. 2. Coupe de l'auge tournante.

sur laquelle engrène un pignon. (Fig. 1 et 2) Deux roues en fonte, montées sur un axe unique, se meuvent par frotte-

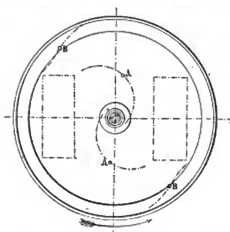


Fig. 3. Disposition des palettes.

ment dans l'auge et en sens inverse de cette dernière. L'axe n'a que la liberté de monter ou de descendre entre deux glissières ou coulisses verticales de bâtis, suivant l'épaisseur de la couche du mortier à fabriquer. Dans le type courant, la cuve mobile a 2,15 *m* de diamètre et les roues broyeuses de 0,80 *m* à 1,60 *m* de diamètre ; des palettes métalliques (fig. 3) AA, BB placées tant dans la partie centrale que sur le pourtour ramènent constamment les matières sur la zone que parcourent les roues broyeuses.

Chaque augée contient environ 0,33 m^3 de mortier. On y introduit les matières préalablement mélangées d'une manière grossière ; l'eau nécessaire y est versée par un robinet situé au-dessus de chaque broyeur.

La trituration parfaite d'une augée exige environ 6 minutes. En tenant compte du temps passé au chargement et au déchargement, un broyeur du type dont nous parlons fournit environ 25 m^3 de mortier par journée de 12 heures, soit au minimum 2 m^3 ou 6 augées de 0,33 m^3 par heure.

On voit que cet instrument présente les avantages du manège à roues, en ce que le mélange est effectué par écrasement et rotations simultanés. Comme débit, il est au moins égal au malaxeur ordinaire à ailettes.

Il est appelé à rendre de réels services sur les chantiers importants.

O. C.

JURISPRUDENCE

Mitoyenneté ; maisons contiguës ; démolition de l'une d'elles ; alignement ; retrait ; saillie ; demande de suppression.

Cour d'appel de Paris (4e ch.).
5 juin 1885.

Les époux G. étaient propriétaires, à Paris, d'une maison qu'ils ont fait démolir, puis reconstruire. Mais l'immeuble étant frappé d'alignement, la reconstruction n'a dû être faite qu'en retrait. Ce retrait a mis en saillie le mur mitoyen séparatif de la propriété des époux G. et de la propriété voisine, appartenant aux consorts M. Les époux G., invoquant les dispositions de l'art. 657 du C. civ., qui règle les droits d'un propriétaire faisant bâtir contre un mur mitoyen et décide dans quelle mesure il y peut placer des poutres et solives, ont demandé la supression de la saillie jusqu'à l'axe du mur mitoyen, afin de pouvoir prolonger jusqu'à cet axe la devanture de la façade de la maison reconstruite.

La Cour de Paris a repoussé la demande des époux G.

Elle considère que le droit de chaque propriétaire d'un mur mitoyen est un droit indivis, qui s'étend à la totalité du mur ; par suite, les consorts M. pouvaient exiger que la portion du mur, qui fait saillie, fût conservée dans son épaisseur primitive.

L'art. 657 du C. civ., invoqué à l'appui de leur prétention par les époux G., n'était pas applicable à l'espèce ; il se réfère, en effet, au seul cas où le propriétaire veut asseoir dans le mur des poutres destinées à faire corps avec lui, mais il est sans application au cas où l'un des deux propriétaires demande de diminuer l'assiette même du mur.

En fait, une expertise avait constaté que les travaux demandés par les époux G. pouvaient, s'ils étaient exécutés, compromettre, dans un délai plus ou moins rapproché, la solidité de la façade des consorts M.

La Cour s'appuie sur ces constatations, pour décider que les consorts M. sont d'autant plus fondés à repousser l'entreprise des époux G. que la partie du mur mitoyen faisant saillie devient mur d'angle, que la solidité n'en doit pas être ébranlée, et que, d'ailleurs, en raison de la servitude d'alignement dont le mur est frappé, cet angle ne pourra recevoir dans l'avenir aucune réparation confortative.

Jules Fabre,
Avocat à la cour de Paris.

Le gérant : Ch. Béranger,
ingénieur civil des mines
15, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4.

New Annals of Construction.

—

Bureaux de Direction et de Rédaction : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

—

Tous les jours de 4 h. à 6 h.

Nouvelles Annales de la CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — N° 377 — Mai 1886

Pl. 21-22, 23-24 et 25-26.

Neue Annalen der Baukunst.

—

Abonnements et annonces : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

—

15 fr. par an pour Paris.
18 fr. Départements.
20 fr. Union postale.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Murs de quai économiques.

Pl. 21-22.

On recourt à présent volontiers aux fondations exécutées à l'aide de l'air comprimé, lorsqu'il faut descendre à de grandes profondeurs pour se mettre à l'abri des affouillements et pour trouver le sol résistant, capable de supporter de fortes charges. Ces fondations présentent des avantages incontestables dans un grand nombre de cas.

Pour les murs de quai, ainsi que pour les murs de soutènement, il n'y a pas toujours lieu d'étendre la fondation sur toute la longueur, car les charges n'étant pas très grandes, on peut souvent se borner à la fondation de piliers, supportant des voûtes sur lesquelles s'élève ensuite le mur.

Malgré le bon marché auquel on a pu arriver depuis ces dernières années pour les fondations à l'air comprimé, bon marché qui s'accentue surtout pour les travaux dans lesquels le réemploi de l'outillage et même des parois des caissons est possible, les exemples que nous allons citer prouvent que des modifications bien comprises des anciens procédés de fondation sur pilotis justifient et recommandent encore, dans certains cas, des fondations de ce genre.

Les murs de quai ont à résister à la poussée des terre-pleins qu'ils bordent et ils doivent, du côté de l'eau, permettre l'abordage de bateaux ou de navires d'un tirant d'eau variable suivant les circonstances locales.

Cette dernière condition écarte ou limite à de faibles proportions les moyens employés généralement pour augmenter la stabilité des murs de soutènement et qui sont : l'inclinaison prononcée du parement, l'élargissement de la fondation du côté opposé au terrain soutenu et l'exécution d'un enrochement devant le mur.

Ainsi que le montre la figure 1, pl. 21-22, représentant le mur de quai établi en 1837, le long de la Clyde à Glasgow, on recourut déjà à cette époque, pour avancer vers le large la base du mur, sans compromettre l'abordage du quai, au battage très incliné de la première rangée de pieux. Il est probable que le remblai attenant à ce mur de quai, dont l'épaisseur à la base n'est que quatre dixièmes de sa hauteur, a été fait avec des matériaux donnant lieu à un minimum de poussée.

Le prix, par mètre courant, de ce mur de quai de la Clyde a été de 1 175 *fr.*

Sa hauteur au-dessus du terrain n'est que de 7,62 *m*; la maçonnerie repose à 1,42 *m* au-dessus du terrain sur un plancher supporté par quatre rangées de pieux, ce qui ne laisse donc que 6,20 *m* de hauteur de mur. Le sol résistant n'est rencontré qu'à une certaine profondeur, aussi la pénétration des pieux est-elle en moyenne d'environ 5 *m* ce qui porte à environ 12,50 *m* la hauteur de l'arête supérieure du mur de quai au-dessus du pied des pieux.

Ce n'est que dans la suite que l'on augmenta l'épaisseur du mur à sa partie inférieure par des gradins du côté des terres et que des contreforts intérieurs furent établis de distance en distance, pour renforcer le mur et pour diviser le prisme qui le charge.

Sans poursuivre l'étude des innovations apportées à la construction des murs de quai en Angleterre, nous avons cru devoir indiquer ces applications des pieux battus avec une inclinaison dépassant le fruit extérieur du mur et l'exécution du mur même avec gradins et contreforts du côté des terres, avant de donner la description du mode d'établissement des murs du quai de Rouen, qui, malgré ces travaux sur la Clyde et d'autres analogues, mérite bien d'être considéré comme un procédé nouveau faisant honneur aux ingénieurs qui l'ont inauguré et à ceux qui, en le perfectionnant, l'ont maintenu jusqu'à ce jour.

Aux environs de Rouen et le long des bords de la Seine, le terrain est formé par une couche de sable vaseux reposant sur de la craie dure que l'on rencontre à la cote de 114 *m* (1). Aux approches de cette couche de craie, le sable est généralement plus compacte et moins vaseux que vers le haut.

Le fond de la Seine, devant le quai de Rouen, est à la cote de 106,30 *m* et le niveau des quais à établir était fixé à 96,57 *m*.

Les plus basses eaux observées étaient descendues à 101,30 *m*, tandis que, lors des hautes mers d'équinoxe, le niveau s'élève à 97,50 *m*, ce qui laisse encore environ 1 *m* entre le bord du quai et le niveau des eaux.

Disons toutefois qu'on a vu des crues qui ont dépassé de beaucoup le niveau des mers d'équinoxe, ainsi les eaux ont atteint, en 1658, la cote de 93,89 *m* et tout récemment encore, en mars 1876, elles arrivaient à 95,87 *m*.

Toujours est-il que pour permettre l'abordage des navires dont le tirant atteint 6 *m* il ne pouvait pas être question d'assurer le pied du mur de quai par des enrochements, et qu'en descendant le mur jusqu'au fond, c'est-à-dire à une cote voisine de 106 *m*, on eût eu à exécuter des murs de près de 10 *m* de hauteur, ayant derrière eux des sables vaseux et des remblais.

M. Lemaitre, inspecteur général des ponts et chaussées et M. Chanson, ingénieur en chef, eurent alors, en 1875, l'idée d'atténuer la difficulté et par suite la dépense, en faisant porter le mur à construire sur des pieux flambants recepés à la cote 102, battus avec une inclinaison de 1/8 et de faire porter le massif exécuté derrière le mur et qui était formé de maçonnerie de pierres sèches et de remblais pierreux, sur un plateau en bois, lequel en s'appuyant à la fois sur des pieux recepés à la cote 100,37 *m* et sur la partie inférieure du mur de quai, contribuait lui-même à augmenter la stabilité du mur dont la hauteur n'était plus que de 5,43 *m*.

Le pied du talus du terrain naturel ou du remblai crayeux

(1) Le plan de comparaison auquel se rapportent les cotes dont il sera parlé ci-après, se trouve à 101,525 *m* au-dessus du zéro du nivellement général de la France, qui est le niveau moyen de la Méditerranée à Marseille.

Le zéro des cartes marines se trouve à la cote 105,814 *m* c'est-à-dire 105,814 *m* au-dessous de ce plan de comparaison très élevé et à 4,289 *m* au-dessous du niveau moyen de la Méditerranée.

exécuté derrière le mur est de 3/2 et se trouve dans l'alignement de la première rangée extérieure de pieux.

Pour venir en aide à la stabilité de ce mur, des massifs en maçonnerie de 21 m^3 sont établis de distance en distance, à environ 20 *m* du parement extérieur et rattachés au mur au moyen de tirants de retenue.

La fondation du mur, exécutée en béton sur 1,63 *m* de hauteur, a 3,35 *m* d'épaisseur et supporte le mur de quai dont l'épaisseur, à sa partie inférieure, est de 1,98 *m*; le fruit extérieur est de 1/8 sur toute la hauteur.

Le massif de maçonnerie de pierres sèches, qui charge le plateau établi derrière le mur de quai, est de forme rectangulaire, il a 2 *m* de hauteur et 6,40 *m* d'épaisseur.

Sur les quatre rangées de pieux supportant le mur, les trois de devant sont battues inclinées à 1/8; la dernière, se trouvant sous le bord postérieur du mur, de même que les quatre rangées de pieux supportant le plateau, sont verticales.

Cette disposition supprime jusqu'au fond toute saillie sur le parement, elle laisse pénétrer les eaux derrière le mur, dont la partie inférieure plonge, même lors de l'étiage, sur 0,70 *m* de hauteur dans l'eau, elle reporte le point d'application de la poussée des remblais à une grande distance en arrière du parement du mur, et ne laisse à l'endroit du mur qu'environ 1 *m* de remblai.

Le prix du mètre courant de ces murs restait un peu au-dessous de 2 000 *fr*.

L'expérience ayant donné sa sanction à ce mode de construction, on poursuit, sur le même principe, la continuation des murs de quai à Rouen.

Certaines modifications ont toutefois dû être apportées, non seulement à cause du tirant d'eau toujours croissant des navires pouvant arriver jusqu'aux quais de Rouen, mais aussi dans le but d'augmenter la stabilité du mur, afin que les dépôts très lourds que l'on a intérêt à rapprocher du bord des quais ne puissent en compromettre la solidité.

Nous donnons, pl. 21-22, fig. 5, le profil en travers du mur de quai tel qu'il a été projeté, en 1884, par M. E. Lavoinne, ingénieur en chef des ponts et chaussées, et M. Juncker, ingénieur des ponts et chaussées.

C'est M. Cadart, ingénieur des ponts et chaussées, qui exécute, sous la direction de M. Mengin-Lecreulx, successeur de M. Lavoinne, décédé le 24 octobre 1884, ce mur de quai sur la rive droite, en aval de la cale Saint-Éloi, sur une longueur de 470 *m*.

Les principales modifications apportées au type primitif sont les suivantes :

Les pieux supportant le mur de quai, au lieu d'être recepés à la cote 102, le sont à la cote 103, c'est-à-dire le mur descend d'un mètre de plus que dans les quais anciens.

A l'emplacement et en avant de ce mur de quai on opère, avant le battage des pieux, un dragage qui descend jusqu'à la cote 107 *m*; mais, sur l'étendue occupée par les quatre rangées de pieux, on fait, en vue d'un approfondissement ultérieur une rigole de 0,50 *m* de profondeur pour descendre le pied de l'enrochement jusqu'au niveau 107,50 *m*. Le talus que l'on donne à cet enrochement est de 3/2.

Les pieux de fondation du mur de quai sont battus par files transversales espacées de 1,30 *m* d'axe en axe; dans une même file, les têtes de ces pieux sont espacées de centre en centre de 1 mètre et le recepage se fait à la cote 103. Ainsi qu'il a été dit, les trois pieux du large sont battus suivant un fruit de 1/8.

Les pieux du contre-mur sont battus sur les mêmes files transversales que ceux du mur de quai, mais ils sont distants entre eux de 1,50 *m* d'axe en axe et sont recepés à la cote 100,40.

Tous les pieux sont battus au refus jusqu'à la craie que l'on rencontre entre les cotes 112,50 et 114.

Pour exécuter le mur de quai, on commence par échouer, sur les quatre rangées de pieux, des caissons étanches (fig. 8, 9 et 10, pl. 21-22) ayant 20,69 *m* de longueur extérieure et dont le bord supérieur arrive jusqu'à la cote 98,11 *m*. C'est en coulant à l'intérieur les premières couches de béton que ces caissons viennent porter sur les pieux; on s'aide du reste, pour l'échouage, des variations du niveau des eaux.

Le caisson avance de 0,44 *m* sur la première rangée de pieux et, ainsi que le montrent les fig. 9 et 11, l'assemblage de la paroi antérieure amovible du caisson avec le fond est fait de façon à ce que le béton coulé dans le caisson arrive jusqu'au bord du fond, pour éviter que celui-ci soit en saillie sur le parement du béton.

Le fond du caisson, les membrures des parois mobiles et les poteaux d'assemblage de ces parois sont en bois de hêtre. Les parois elles-mêmes, les traverses, longrines, moises et croix de Saint-André sont en bois de pin du Nord, ce qui leur permet de flotter après le démontage.

Jusqu'à la cote 100,40, c'est-à-dire jusqu'au niveau de recepage des pieux portant le contre-mur, s'élève le massif de fondation en béton coulé dans les caissons. Au-dessus, le massif de maçonnerie est fait en moellons avec mortier de ciment. Le béton ne forme parement que jusqu'à la cote 102, au-dessus de cette cote, le parement est exécuté en maçonnerie de briques jusqu'à la cote 96,82 *m*. Le couronnement du mur est constitué par une rangée de pierres de taille en granite de 0,25 *m* d'épaisseur et 1,20 *m* de largeur.

Depuis le bas jusqu'à l'arête supérieure, le parement présente un fruit uniforme de 1/8.

Le contre-mur est exécuté en maçonnerie de pierres sèches; il repose sur un plancher en hêtre de 0,12 *m* d'épaisseur, cloué sur des traverses en hêtre de 0,28 *m* d'équarrissage. Des broches en fer fixent ces chapeaux sur les têtes des pieux.

De 10,50 *m* en 10,50 *m* des tirants de retenue en fer, de 22 *m* de longueur et ayant 0,32 *m* de largeur et 0,02 *m* d'épaisseur, rattachent le mur de quai à des massifs d'ancrage. Des cornières rivées transversalement sur la face supérieure des tirants, à leurs deux extrémités, assurent leur liaison avec les maçonneries qu'ils rattachent.

C'est au droit de ces tirants qu'on place les bornes d'amarrage en fonte, à 1,35 *m* de l'arête du quai.

Pour protéger le sol naturel, formé de sable argileux, et pour assurer au remblai une stabilité propre, on se sert de débris de roche crayeuse pour l'exécution du remblai. Le pied de ce remblai se trouve dans la rigole draguée à l'endroit des quatre premières rangées de pieux. Cet enrochement se fait avant l'échouage du caisson et on le continue en arrière de la dernière rangée de pieux en l'élevant, ainsi que le montre la figure 5, pl. 21-22, jusqu'à la cote 97,50.

Le contre-mur se relève par devant jusqu'à la cote 97 et se rattache en arrière au remblai.

Le prix de revient d'un mètre courant de mur exécuté comme il vient d'être dit s'élève, rabais déduit, à environ 2100 *fr*. auxquels il y a lieu d'ajouter le prix du dragage préparatoire, qui varie suivant la constitution du terrain.

Il va de soi que le prix du caisson, dont les parois peuvent servir plusieurs fois, entre dans ce prix qui toutefois ne comprend pas celui des remblais.

Le mur du quai que l'on exécute maintenant à Rouen, a son arête à 10,43 *m* au-dessus du fond, mais la maçonnerie ne commence qu'à 4 *m* au-dessus du fond, ce qui réduit à 6,43 *m* la hauteur du mur en maçonnerie.

L'épaisseur du mur à sa base étant de 3,76 *m*, cette épaisseur correspond donc à 0,385 de la hauteur. Le contre-mur en maçonnerie en pierres sèches, les quatre rangées de pieux qui supportent ce contre-mur, les ancrages et l'isolement du terre-plein par le remblai crayeux, contribuent à augmenter la stabilité de ce mur, tout en conservant à ce mode d'exécution l'avantage de réduire les charges reportées sur les fondations.

Quant aux surcharges déposées sur les quais, jusqu'à 1,35 *m* de l'arête du mur, elles peuvent atteindre 6 tonnes par mètre carré sans compromettre cette construction économique et bien légère en apparence.

Il n'est certes pas sans intérêt de comparer le mode de construction qui vient d'être décrit à celui qui a été employé en 1876 à New-York, pour le quai de l'Hudson et dont nous donnons le dessin fig. 2 et 3, pl. 21-22.

Nos confrères américains qui, à juste titre, ont la réputation d'être très hardis dans leurs œuvres, n'ont pas osé asseoir leur mur de quai sur des pieux flambants. Ils ont cru devoir les noyer dans un enrochement qui dépasse même le niveau inférieur du mur et présente une berme de 1,53 *m*. Le succès de la fondation des murs de quai de Rouen montre qu'ils ont été, dans ce cas particulier, trop timorés.

Le mur maçonné du quai de l'Hudson a 6,90 *m* de hauteur et la berme de l'enrochement se trouve à 5,40 *m* sous les hautes eaux et à 4 *m* sous le niveau des basses eaux. Il est certain que dans ces conditions il eût été désirable, au point de vue de la sécurité de l'abordage, de ne pas établir devant le

mur de quai ce remblai qui s'élève à environ 3,60 *m* au-dessus du fond du fleuve.

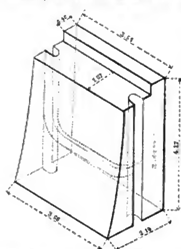
A New-York on a recouru, comme à Rouen, aux pieux inclinés. Il paraît toutefois que si on les eût placés sous le mur même, comme à Rouen, leur efficacité eût été plus certaine, et il eût alors suffi de leur donner une inclinaison moindre, ce qui présente des avantages au point de vue du battage.

Les pieux inclinés à 1 de base sur 2 de hauteur dans le mur de quai de l'Hudson, sont espacés de 0,915 *m* d'axe en axe dans les deux sens; ils sont reliés directement et par l'intermédiaire de moises et de chapeaux aux pieux verticaux.

Une différence importante entre les murs du quai de Rouen et ceux de New-York est enfin l'emploi de blocs artificiels fait à New-York pour la partie maçonnée sous les basses eaux, là où, à Rouen, on exécutait la maçonnerie à l'abri de caissons. L'objection, que ces gros blocs artificiels pourraient ne pas porter uniformément sur tous les pieux, ne peut pas être élevée, car on a interposé, entre les pieux recepés avec soin et la rangée de blocs artificiels, du mortier hydraulique pour leur assurer une bonne assiette.

La méthode employée pour mettre ce mortier en place, pour l'y retenir et pour éviter qu'il ne soit ni amoindri ni délayé par l'eau, mérite d'être mentionnée : sur un cadre en bois, de dimensions un peu supérieures à celles de la base des blocs artificiels, sont tendues deux toiles, entre lesquelles le mortier est introduit. Au moment de la pose d'un bloc artificiel, ce récipient de mortier est introduit sous le bloc, et dès que le bloc se trouve bien assis on détache les cordes qui retenaient ce sac carré contre le cadre en bois. Le cadre remonte à la surface de l'eau et peut être réutilisé.

Les blocs artificiels ont la forme que montre la figure ci-dessous; les rainures servent non seulement de gaine aux chaînes auxquelles on suspend les blocs lors de la pose, mais elles constituent aussi le moyen pour établir une liaison entre les blocs, car elles viennent se placer en face les unes des autres et l'on y introduit des sacs remplis de mortier, qu'on tasse au moyen de perches en bois, pour que les vides soient bien remplis.



Sur les blocs artificiels s'établit le mur à parement en granite, qui se trouve renforcé par un contre-mur en béton établi sur le plancher couronnant, au niveau des basses eaux, les six rangées postérieures de pieux verticaux et les trois rangées de pieux inclinés.

L'enrochement dans lequel les neuf rangées de pieux verticaux et les trois rangées de pieux inclinés sont noyées, s'exécute par couches horizontales; on a soin de loger le menu entre les pieux. Avant le battage des pieux, on enlève à la drague la vase peu résistante recouvrant la couche de sable argileux compacte.

Lors de l'exécution du mur de quai de l'Hudson, on a rencontré des restes d'anciens travaux de défense de rive, ce qui donnait lieu à des dépenses supplémentaires. En éliminant ces frais imprévus, on arrive à une dépense de 3300 *fr* par mètre courant de mur de quai, dont 269 *fr* pour dragages, 374 *fr* pour enrochements, 1 072 *fr* pour pieux et plate-formes noyés dans le corps des enrochements et 636 *fr* pour fondation en blocs artificiels.

Ce mur de quai a son arête à environ 10,50 *m* au-dessus du fond, c'est-à-dire sensiblement à la même hauteur au-dessus du fond que celui de Rouen, mais la longueur de pénétration des pieux est sensiblement moindre à Rouen qu'à New-York; l'arête supérieure du mur de quai se trouve, à Rouen, à environ 16,80 *m* au-dessus du pied des pieux, tandis qu'à New-York, cette hauteur est d'environ 23 *m*.

Par contre, à New-York, le rapport de l'épaisseur de base et de la hauteur du mur est moindre, car l'épaisseur des blocs artificiels n'est que de 2,135 *m* à la base, c'est-à-dire seulement 0,31 de la hauteur du mur proprement dit.

Même en déduisant les dépenses pour dragages, pour pouvoir comparer le prix de revient à celui du mur de Rouen, le mur de quai de New-York coûte toujours environ 3 040 *fr* par mètre courant et l'on est en droit de se demander si les dispositions plus économiques des murs de quai de Rouen n'auraient pas été préférables à celles du mur de quai de New-York.

Nous ferons toutefois une réserve au sujet de l'emploi des blocs artificiels pour la fondation; il paraît, en effet, qu'en remplaçant la fondation au moyen de caissons immergés, employée à Rouen, par l'immersion de blocs artificiels préparés d'avance, on eût pu exécuter plus économiquement le mur de quai de Rouen; surtout parce qu'il s'agissait d'une grande longueur, justifiant la dépense pour les appareils de levage des blocs.

Ni le mur de quai établi le long de l'Hudson à New-York, ni celui établi le long de la Seine à Rouen n'égalent, au point de vue de leur durabilité, les murs de quai dont la fondation en maçonnerie ou en béton vient s'asseoir directement sur le sol résistant, tels que, par exemple, ceux construits sur l'Escaut, dans le port d'Anvers ou dans le port de Gand, ou dans le neuvième bassin au Havre, car, quelque confiance que l'on ait dans la durée de pieux restant toujours noyés, on doit reconnaître la supériorité d'un corps maçonné reposant directement sur le fond résistant.

Le mur de quai d'Anvers, dont la fig. 6, pl. 21-22, montre la coupe transversale, a été fondé à l'aide de l'air comprimé, il a son arête à 14,35 *m* au-dessus du fond et la fondation en caisson descend à 2,50 *m* à 5,00 *m* dans le sol. L'arête supérieure du quai se trouve donc à 17 ou 19 *m* au-dessus du bord inférieur de la fondation, ce qui place ce mur de quai, au point de vue de la profondeur de la fondation sous le niveau des quais, entre les exemples de Rouen et de New-York. L'épaisseur du mur, au niveau supérieur de la fondation est de 7 *m*, c'est-à-dire 0,488 de la hauteur et de plus la fondation avance, du côté de l'Escaut, de 1,50 *m* sur la façade du mur. Dans ces conditions, le mur de quai peut résister non seulement à la poussée des terres, mais aussi à une surcharge accidentelle pouvant atteindre 6 tonnes par mètre carré de surface du quai.

Rien d'étonnant que le mur de quai d'Anvers ait coûté environ 7 700 *fr* le mètre courant, c'est-à-dire plus de trois et demi fois le prix de celui de Rouen et environ deux et demi fois le prix de celui de New-York.

Le mur de quai de Gand, fig. 7, pl. 21-22, établi directement sur un fond suffisamment résistant, rencontré à faible profondeur, a pu être exécuté, grâce à cette circonstance, dans des conditions de bon marché telles qu'il n'y avait pas lieu de rechercher des procédés particuliers, tels que ceux employés à Rouen. — Le mètre courant du mur de quai de Gand n'a coûté qu'environ 2 600 *fr*.

Le mur de quai qui vient d'être construit sur le pourtour du neuvième bassin du Havre mérite d'être signalé ici comme un spécimen très intéressant de fondations au moyen de blocs enfoncés par havage. — M. E. Widmer, ingénieur des ponts et chaussées, a rendu compte de ce travail exécuté par M. Adrien Hallier, comme entrepreneur, dans les *Annales* des ponts et chaussées (1884, 1er semestre) et nous croyons devoir en rappeler les traits principaux et faire connaître le prix de revient.

Au lieu de recourir à l'air comprimé pour descendre la maçonnerie jusqu'à une profondeur moyenne de 3,85 *m* sous le zéro des cartes marines, on exécuta des blocs en maçonnerie de 10 *m* de longueur et 6,70 *m* d'épaisseur présentant un creux intérieur de 5,60 *m* sur 2,30 *m*. Le terrain sur lequel on exécutait ces blocs était en moyenne à la cote de 4 *m* au-dessus du zéro des cartes, ce qui fit donner aux blocs une hauteur de 8 *m*. Pour opérer la descente des blocs, on déblayait dans leur intérieur et sous leurs faces d'appui; le creux intérieur, formant la chambre de travail, s'évasait sur les 2,50 *m* inférieurs à 6,60 *m* de longueur et 3,30 *m* de largeur, ne laissant donc que 1,70 *m* de largeur à la face d'appui (fig. 4, pl. 21-22).

Les maçonneries sont établies sur un cadre en planches, elles sont faites en moellons au mortier de ciment de Portland et une fois qu'elles ont atteint 4,50 *m* de hauteur on

leur donne un mois pour faire bonne prise, puis on procède au fonçage en déblayant à l'intérieur jusque sous les faces de la maçonnerie. Lorsque l'enfoncement a atteint à peu près la hauteur de la maçonnerie exécutée, on l'arrête pour compléter à 8 *m* la hauteur du bloc et on achève le fonçage après avoir de nouveau donné un mois pour le durcissement de la maçonnerie.

Pour pouvoir faire les déblais dans les blocs il fallut épuiser la chambre de travail, ce qui présenta surtout des difficultés lorsque l'on rencontrait la couche de galets qui se trouve intercalée dans les sables marneux, formant le fond général de l'emplacement du neuvième bassin. Les grandes variations du niveau des eaux, dues aux marées, obligèrent à faire des installations amovibles pour les pompes centrifuges employées à l'épuisement.

Généralement le fonçage de deux blocs se fit simultanément, mais en ayant soin de laisser entre eux l'espace d'un bloc, plus les jeux indispensables pour le fonçage de ce bloc intermédiaire. Une fois à fond, on remplissait le creux de béton. Pour établir le mur sur cette série de blocs juxtaposés, on les relie entre eux par de petites voûtes.

Sur une longueur totale de 880 *m*, 84 blocs ont été ainsi descendus et les dépenses se sont élevées à 2 522 000 *fr* soit, par mètre courant de fondation, à 2866 *fr* (1). Ce système de fondation a donc été très économique dans les conditions particulières décrites, mais il est évident qu'il ne saurait être employé aussi avantageusement dans d'autres conditions.

En appelant, ainsi que nous venons de le faire, l'attention sur des murs de quai exécutés assez bon marché, tout en ayant leur maçonnerie directement établie sur le sol, nous croyons avoir prouvé que nous ne sommes pas partisan absolu des fondations sur pilotis; mais il se dégage de l'examen des divers modes de construction de murs de quai et de la comparaison des prix de revient un enseignement bien utile et dont on pourrait tirer profit dans maintes localités.

En adoptant pour type de construction de murs de quai, celui qui a fait ses preuves à Rouen, ou bien un type qui s'en rapproche, on pourrait en effet doter de quais suffisants les localités qui, faute de ressources, sont encore tout à fait privés de quais abordables ou n'en ont pas sur une étendue correspondante au développement de leur commerce.

C'est en vue de cas semblables que nous avons cru devoir signaler les travaux exécutés à Rouen, et que nous rappelons le proverbe qui donne si bien la mesure en ce genre de questions : « Le mieux est l'ennemi du bien. »

E. Pontzen.

Hospice d'Albart, près Saint-Illide (Cantal).

M. A. Magne, architecte.

Pl. 23-24.

Articles antérieurs. — Asile de Vincennes, *Nouv. Ann.*, 1857, Pl. 1, 2 et 3. — Maison municipale de santé Dubois, à Paris, 1860, Pl. 1-2. — Asile du Vésinet, 1879, Pl. 17-18. — Hospice communal L. Duflos, de Boulogne-sur-Mer, 1879, Pl. 25-26. — Hospice de Courtais, à Montluçon, 1884, Pl. 43-44.

Par disposition testamentaire de M. Bos Darnis, originaire de la commune de Saint-Illide (Cantal), M. A. Magne, architecte, fut désigné pour réaliser la fondation hospitalière dont le testateur voulait doter son pays natal. Cette fondation devait comprendre un hospice de vieillards avec ses dépendances, ainsi qu'une église votive, avec chapelle sépulcrale destinée à recevoir les restes du donateur.

Nous donnons (pl. 23-24) les plans, élévations et coupes du bâtiment principal et des dépendances de l'hospice commencé en 1874, et à peine terminé à la fin de 1885. Les difficultés de transport et d'exécution dans un pays peu accessible, presque perdu dans les montagnes, expliquent cette lenteur.

Saint-Illide ne compte guère plus de 1 700 habitants.

L'hospice comporte, au premier étage (fig. 5), une trentaine de lits, répartis entre les deux grands dortoirs en ailes, — salle Saint-Joseph et salle Sainte-Marie — affectés, l'un aux hommes, l'autre aux femmes. Un calorifère d'appartement occupe le milieu de chaque dortoir et, dans le plafond au-dessus du calorifère, s'ouvre un conduit à double enveloppe pour l'évacuation de la fumée et l'appel de l'air vicié pendant la nuit.

(1) A ce prix, il y aurait lieu d'ajouter celui des murs au-dessus des blocs, si l'on voulait faire une comparaison avec les prix des autres murs de quai examinés.

Une chambre particulière, dans le corps de logis central, contient trois lits et sert d'infirmerie.

L'étage au-dessus est mansardé, mais pourrait avantageusement fournir la même surface de dortoirs qu'au premier, si les ressources de l'hospice permettaient un jour d'en profiter ; la capacité de cet étage sous-combles, capacité inférieure à celle du premier, comporterait naturellement un nombre moindre de lits.

Au rez-de-chaussée (fig. 4), se trouvent disposés :

1° Aile droite. La salle commune où peuvent se réunir les pensionnaires des deux sexes ; puis, s'ouvrant sur le corridor d'accès éclairé en second jour par les portes vitrées, le cabinet de consultation du médecin, la pharmacie tenue par les religieuses directrices de l'établissement, une office ou resserre ;

2° Aile gauche. La cuisine et la laverie ; puis le parloir s'ouvrant sur le vestibule et donnant accès au logement dit de *la Communauté* ; réfectoire et dortoir des religieuses. Au milieu, la cage d'escalier contient le large degré conduisant au premier étage ; sous la deuxième volée de marches, se trouve la descente qui donne accès au petit bâtiment annexe contenant les bains et les water-closets; de chaque côté de cette annexe s'ouvre, sur l'extérieur, une porte (fig. 3 et 4) pour le service et l'usage de la salle et des cabinets.

Nous donnerons maintenant quelques renseignements touchant le mode de construction locale et la nature des matériaux du pays dont l'architecte a profité pour imprimer à son œuvre un caractère de solidité et de rusticité, n'excluant pas l'élégance des proportions et une certaine gaieté d'aspect.

La grosse maçonnerie est faite avec des schistes ardoisiers de provenance locale qui, s'ils n'offrent pas une forte adhérence avec le mortier, présentent, comme tous les matériaux méplats, une grande stabilité.

Quant à la pierre de taille employée en parements, elle est de deux sortes : le trachyte, ou pierre volcanique de *Murat*, d'un ton violacé foncé uniforme, très dure ; et le *Faillitou*, pierre d'un ton blanc verdâtre, un peu moins dure que le Murat.

C'est en alternant avec goût des assises, des carreaux isolés ou en damier, des claveaux de linteau, de ces deux sortes de pierre, aux tons différents, que l'architecte a su orner à peu de frais les façades de l'hospice d'Albart (fig. 1) sans avoir besoin de recourir aux effets d'un moulurage beaucoup trop dispendieux lorsqu'il s'agit d'une pierre dure. Il est à remarquer d'ailleurs que le modelé et les finesses des profils compliqués sont inutiles dans l'emploi des pierres dures d'un ton plus ou moins gris foncé, comme le trachyte de *Murat*, le *Volvic* du Puy-de-Dôme, le *Kersanton* du Finistère, etc. C'est seulement dans les grandes lignes et les oppositions de tons qu'il convient de chercher l'effet monumental ou décoratif possible avec l'emploi de ces matériaux dont le ton est neutre et la main-d'œuvre dispendieuse.

Ainsi la pierre de Murat ne coûte, en carrière, que 40 ou 45 *fr* le mètre cube; sa taille unie ne vaut que 8 *fr*, et elle est revenue, mise en place à l'hospice d'Albart, en parement uni, à plus de 170 *fr* le mètre cube : c'est par suite du transport dont les difficultés, en ce pays montagneux, rendent impossible l'emploi des gros blocs, et obligent à multiplier les lits et les joints.

Les planchers, comme l'indiquent les coupes (fig. 2 et 3), sont formés de travées de solives parallèles aux murs de face et reposant sur des maîtresses poutres; les portées de celles-ci, dans les trumeaux entre les baies, se trouvent soulagées par des corbeaux en chêne, de sorte que les poutres n'ont besoin que d'une faible pénétration dans la maçonnerie, et sont moins exposées à la décomposition de leurs portées ; les corbeaux, s'il venaient à pourrir, seraient facilement remplacés. Le reste de la charpente ne présente rien de particulier.

La couverture est faite de schiste ardoisier, dit « ardoise imparfaite; » ce sont des ardoises grossières, mais d'une forte épaisseur, très lourdes et résistant bien aux coups de vent des montagnes ou des bords de la mer; c'est comme un dallage de toiture dont l'entretien est nul, comparé à celui des couvertures de fines ardoises. Ces ardoises « imparfaites » qu'on accrochait anciennement, à l'aide de chevilles en cœur de chêne, au lattis des toitures auvergnates ou bretonnes, ces ardoises « de montagne » ont duré plus que le lattis, et même plus que la charpente des combles qu'elles recouvraient;

elles resservent encore aujourd'hui, en les taillant à nouveau, pour des bâtiments modernes ou des restaurations d'édifices anciens, là où l'ardoise fine et les crochets métalliques, ne résisteraient pas aux bourrasques et à l'humidité atmosphérique.

L'écoulement des eaux de toiture est ici ménagé, tout spécialement en raison des interruptions du chéneau par les piédroits des lucarnes (fig. 1 et 3) : un canal ou gargouille de chêne pincé entre les extrémités saillantes de deux chevrons, procure un écoulement ou chute éloignée du parement du mur, à chaque portion de chéneau en façade. Les exemples fréquents de cette disposition dans les bâtiments anciens ou même modernes de l'Auvergne, autorisaient peut-être l'architecte à revenir à cette tradition un peu rudimentaire du moyen âge ; sinon, il eût fallu autant de tuyaux de descente que de gargouilles indiquées (fig. 1).

Près du faîtage s'élève, hors du comble de chaque aile (fig. 1), le corps de conduite en tôle, à double enveloppe, donnant issue à la fumée du calorifère, ainsi qu'à l'air vicié de chaque dortoir.

En façade (fig. 1), apparaissent à hauteur des planchers, les têtes d'ancre en fer dont la tige, fixée à l'extrémité de chaque poutre maîtresse, forme chaînage entre les deux murs de face. Ces têtes d'ancre sont devenues, sous forme de croix et de double chiffre, des motifs d'ornement.

Nous donnons ci-dessous un tableau comparatif des sommes inscrites au devis primitif sur avant-métré, des dépenses imprévues, et des sommes dépensées après exécution pour la construction complète de l'hospice d'Albart :

	Devis	Imprévu	Définitif
Terrasse, maçonnerie..	37 766,69	1 733,31	39 500
Charpente..............	5 574,70	425,30	6 000
Menuiserie..............	4 534,30	465,70	5 000
Couverture..............	6 524,00	476,00	7 000
Serrurerie..............	3 208,00	292,00	3 500
Peinture, vitrerie......	2 630,20	369,80	3 000
Fumisterie..............	1 000,00	»	1 000
	Total..............		65 000

Dans cette somme ne sont pas compris les honoraires de l'architecte, le mobilier, etc...

E. Rivoalen.

Perforation mécanique aux carrières de Quenast (Belgique) (1).

(Troisième et dernier article)

Perforatrice Quenast.

1° *Mouvement de percussion.* — Le mouvement de percussion du piston porte-fleuret est obtenu au moyen d'un bossage existant sur la tige du piston ; ce renflement commande le tiroir de distribution par un mécanisme semblable à celui de la perforatrice Dunn.

Si en principe, le mouvement de distribution est le même que celui de la perforatrice Dunn, il en diffère sous beaucoup de rapports par l'agencement des pièces.

Dans ce système, le taquet de distribution est rapporté et les deux cames de commande sont d'une pièce avec l'arbre.

L'ajustement du taquet de distribution se dérangeait promptement et nécessitait le démontage de plusieurs pièces pour l'atteindre.

Quant aux cames de commande, étant d'une pièce avec l'arbre, celui-ci était à remplacer chaque fois que les cames étaient usées. Dans la perforatrice Quenast, l'arbre est d'une pièce avec le taquet de distribution et ce dernier peut être facilement visité, une partie de la paroi de la chapelle pouvant se démonter aisément.

Les deux cames de commande sont réunies sur une seule pièce formant came s'ajustant sur une partie carrée de l'arbre. Le canon est fondu et fortement serré par des boulons sur le carré de l'arbre, ce qui l'empêche de prendre du jeu.

Le piston, au lieu d'être un piston ordinaire avec cercle comme dans le système Dunn, porte deux cuirs emboutis, qui s'élargissent par la pression de l'air et produisent une étanchéité aussi complète que possible.

La course du piston est augmentée et peut atteindre 0,18 *m*. Le piston vient buter sur des coussins en caoutchouc dans le cas où accidentellement, il viendrait à dépasser sa course normale. Les espaces nuisibles sont de la sorte très fortement réduits.

Dans toutes les parties circulaires de l'appareil sujettes à usure, se placent des bagues faciles à remplacer.

2° *Mouvement de rotation.* — Le mouvement de rotation du porte-fleurets est produit de la même façon que dans la perforatrice Dunn.

Dans cette perforatrice, les rochets, les cliquets et les ressorts étaient cachés et ne pouvaient être visités qu'en démontant le fond du cylindre. Ces pièces étaient également trop faibles par suite de manque d'espace pour les loger ; l'usure rapide, la rupture de ces organes, provoquaient des arrêts fréquents.

Dans la perforatrice Quenast, toutes ces pièces sont apparentes et ont été renforcées.

Les ressorts des cliquets qui, dans la perforatrice Dunn sont en acier, ont été remplacés par des ressorts en caoutchouc.

3° *Mouvement d'avancement.* — Le mouvement d'avancement du porte-fleurets se fait automatiquement. Ce mouvement n'offre rien de particulier et est semblable à celui de la perforatrice Dunn.

La perforatrice construite à Quenast donne de bons résultats.

Comme la perforatrice Dunn, elle a l'avantage d'être plus légère que celle du système Ingersoll. Tandis que toute la partie mobile de cette dernière, le cylindre avec son piston ainsi que le mouvement de rotation et d'avancement, pèse 174 *kg* ; ces mêmes pièces, dans la perforatrice construite à Quenast, ne pèsent que 132 *kg*.

Trépied. — Les chariots sur rails ont d'abord été employés comme supports des perforatrices ; on a dû y renoncer par suite des pertes de temps et de l'inconvénient de déplacer constamment les voies après avoir foré quelques trous.

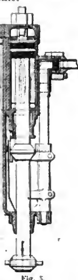
L'usage du trépied a prévalu sur celui du chariot. Tel que le trépied était construit primitivement, il présentait l'inconvénient de devoir être déplacé chaque fois qu'il y avait une petite déviation dans le trou de façon à remettre l'axe du fleuret dans l'axe même du trou. Aujourd'hui, les trépieds en usage aux carrières de Quenast ont, pour remédier à l'inconvénient précité, leur articulation cylindrique d'une certaine longueur, permettant ainsi le déplacement du fleuret parallèlement à sa direction sans devoir déranger le trépied.

Les jambes de ce dernier sont télescopiques, de façon à pouvoir être allongées ou raccourcies à volonté.

Chaque jambe est pourvue d'une oreille servant à recevoir un poids destiné à donner de la stabilité.

Le poids d'un trépied est de 139 *kg* et les contrepoids, au nombre de trois, pèsent chacun 62 *kg*.

Le trépied suffisamment lesté convient bien pour la perforation des trous verticaux. Les trous horizontaux sont plus difficiles et il est nécessaire, pour ces derniers, de marcher à plus faible vitesse afin d'assurer la stabilité.


Fig. 5.

Renseignements divers.

Bronze phosphoreux. — Les perforatrices marchant à de très grandes vitesses et travaillant par chocs répétés, il en résulte une usure excessivement rapide ainsi que des bris fréquents des différents organes. Une question capitale était de trouver pour la confection de ces organes, un métal réunissant à la fois une grande dureté, une grande ténacité et une grande résistance à la rupture. L'emploi du bronze phosphoreux à la confection de ces pièces et notamment à celle des cylindres percuteurs, a donné les meilleurs résultats. Les pièces en bronze phosphoreux en usage sont fournies par la maison Montefiore-Levi de Bruxelles.

Métal des fleurets. — Les fleurets sont en acier et composés

(1) Voir *Nouvelles Annales* de mars et avril 1886.

de deux parties distinctes, le corps et la tête soudés l'un à l'autre, ce qui ne présente plus de difficultés aujourd'hui avec le procédé de soudure Brognaux de l'acier sur acier.

La tête ou partie travaillante est en acier fondu anglais première qualité de la maison Spencer de Sheffield (Angleterre).

Le corps, dont la seule qualité doit être de présenter de la rigidité, permet l'emploi d'acier moins cher; celui ordinairement en usage à Quenast est l'acier d'Imphy (Nièvre).

Calibrage des fleurets. — Les taillants des fleurets présentent une décroissance de diamètre, dans la grande série, de 3 *mm* par fleuret jusqu'au 11e et de 2 *mm* par fleuret du 11e au 20e. Dans la petite série, la décroissance de diamètre est de 2 *mm* du 1er au 10e fleuret. Malgré cette précaution, le coinçage est encore à craindre lors des changements de fleuret.

Ce coinçage devant avoir comme conséquence d'arrêter la machine et d'occasionner des pertes de temps à dégager le fleuret, il y a lieu d'empêcher cet inconvénient de se produire. On arrive à ce résultat en ayant soin de calibrer parfaitement les taillants des fleurets lors de chaque aiguisage.

Force absorbée par une perforatrice. — La force absorbée par une perforatrice Ingersoll de 102 *mm* de diamètre travaillant à la pression effective de 4 atmosphères et battant 300 coups à la minute avec une course de 0,12 *m* à 0,15 *m* est de 4 1/2 chevaux.

Volume d'air absorbé par une perforatrice. — Le volume d'air théorique dépensé par une perforatrice Ingersoll de 102 *mm* de diamètre, battant 300 coups par minute avec une course de 0,12 *m* à 0,15 *m* est de 495 *l* à la pression de 4 atmosphères.

Par suite des espaces nuisibles, lesquels sont très importants dans les perforatrices, le volume d'air réellement absorbé par une perforatrice Ingersoll travaillant dans les conditions ci-dessus, est de 635 *l*.

Cette perforatrice n'utilise donc que 78 0/0 de l'air consommé.

Débit des compresseurs. — Le volume d'air comprimé débité par coup de piston simple est de 34 *l* à la pression absolue de 5 atmosphères.

Pour 32 révolutions de l'arbre du volant ou 128 coups de piston des compresseurs, on obtient par minute un volume d'air comprimé de 4,352 m^3; c'est-à-dire, le volume d'air à peu près suffisant à l'alimentation de 7 perforatrices Ingersoll de 102 *mm* travaillant simultanément.

Comme ce nombre de perforatrices ne fonctionne jamais à la fois, il y a toujours un excédant d'air comprimé disponible, lequel est utilisé à actionner deux ascenseurs servant à élever les wagonnets d'un étage à l'autre ainsi que deux petits treuils d'extraction en usage pour les approfondissements.

REVUE DES CHEMINS DE FER

Le Chemin de fer métropolitain de Paris.

PL. 25-26.

ARTICLES ANTÉRIEURS. — Projet du chemin de fer des halles centrales de Paris. *Nouv. Ann.*, 1855. Pl. 39-40, 41-42. — Métropolitan-Railway de Londres. 1865. Pl. 3-4. — Chemins de fer souterrains de Paris. 1876. Col. 133 et 134. — Chemin de fer aérien de New-York. 1876. Pl. 15-16. — Les chemins de fer aériens de Londres. 1876. Col. 52. — Chemin de fer souterrain de la Bourse à la gare Saint-Lazare. 1876. Col. 69. — Les chemins de fer souterrains de Paris. 1877. Col. 133-134. — Le chemin de fer métropolitain de Paris. 1878. Col. 39-40. — Chemin de fer aérien de New-York. 1878. Col. 63. — Chemin de fer souterrain entre la place de l'Etoile et le bois de Boulogne. 1880. Col. 90. — Chemins de fer aériens dans Paris, par M. Alfred FAULIER. 1880. Col. 96. — Chemin de fer métropolitain et chemin de fer aérien pour tramways électriques de M. CHRÉTIEN. 1882. Col. 70-78. — Chemin de fer sous arcades de New-Yorck. 1883. Col. 195-199.

Nous donnons, pl. 25-26, le tracé du Métropolitain de Paris, tel qu'il vient d'être arrêté par le gouvernement et soumis à l'approbation des Chambres. Nous croyons intéresser nos lecteurs en leur faisant connaître l'exposé des motifs précédant le projet de loi relatif à la concession et à la construction de ce chemin de fer, nous reproduisons ce document *in-extenso*.

La question du Métropolitain, résolue à Londres, à Berlin, à New-York, est pendante à Paris depuis de longues années : sa solution s'impose et ne saurait être plus longtemps différée. Sans parler des besoins permanents auxquels doit répondre cette nouvelle voie de communication, il est en effet indispensable qu'elle soit exécutée avant les fêtes du Centenaire de 1789, et il serait superflu d'insister, d'autre part, sur l'intérêt qui s'attache à fournir, à bref délai, des éléments de travail à la population ouvrière.

Pour dresser le plan d'ensemble d'un réseau métropolitain, on peut se placer à deux points de vue différents :

Dans un premier système, le Métropolitain serait considéré comme ayant pour unique objet de dégager les rues et boulevards d'une partie de la circulation; il ne serait alors qu'une sorte de tramway perfectionné, une ligne urbaine, d'intérêt local, qui pourrait, sans inconvénient, rester isolée et indépendante.

On peut, au contraire, l'envisager comme un chemin de fer d'intérêt général, utilisé non seulement par les personnes qui se déplacent d'un point à l'autre de Paris, mais encore par celles qui viennent de l'extérieur; d'où la nécessité de le raccorder le plus directement possible avec les grandes lignes de chemin de fer. Les quartiers excentriques et la banlieue étant ainsi mis en communication facile et rapide avec les chantiers, les ateliers et le centre commercial, une solution pratique serait donnée au problème des logements à bon marché.

C'est ce dernier système qui, suivant nous, se recommande aux pouvoirs publics.

L'ensemble du réseau que nous avons conçu comprendrait environ 33 *km* dont :

15 *km* sur viaducs;

5 *km* en tranchées à ciel ouvert;

Et 13 *km* seulement en souterrain.

Les lignes de ce réseau seraient les suivantes :

1° Une ligne circulaire, ayant ses points de départ et d'arrivée au rond-point de l'Étoile, passant par la place Clichy, la gare du Nord, les places de la République et de la Bastille, la gare de Lyon, la place Walhubert, le square Monge et la place de Rennes, longeant le Champ-de-Mars et traversant le Trocadéro;

2° Une ligne transversale partant de la place de Strasbourg pour aboutir à la place Denfert-Rochereau, après avoir suivi le boulevard de Strasbourg, le boulevard de Sébastopol, desservi les Halles, traversé la Seine et suivi le boulevard Saint-Michel.

3° Une ligne partant de la gare Saint-Lazare et aboutissant près la gare du Nord à la ligne circulaire, en passant par ou près le carrefour Drouot;

Et, enfin, 4°, une ligne partant du carrefour Drouot pour aboutir à la Bastille, après avoir traversé les quartiers du centre de Paris.

Ces diverses lignes se relieraient entre elles et leur ensemble serait complété par une série de raccordements qui ne feraient pas partie du Métropolitain proprement dit, mais permettraient d'y faire passer les trains en provenance des lignes qui aboutissent à Paris et ceux du chemin de fer de Ceinture.

En jetant les yeux sur la carte, on voit que, même en ajournant la construction de la ligne du carrefour Drouot à la Bastille, on aurait un réseau reliant entre eux les points principaux de la ville, et mettant les lignes de banlieue en communication avec les divers quartiers du centre. L'Exposition de 1889, établie au Champ-de-Mars et au Trocadéro, serait, notamment, desservie dans les meilleures conditions.

Le plan d'ensemble une fois arrêté, nous avions à rechercher le meilleur mode de construction et d'exploitation.

Fallait-il, par exemple, recourir au système du forfait et concéder le Métropolitain à une société de constructeurs qui, si elle n'avait pas demandé de garantie d'intérêt sur son capital-actions, aurait pu être entraînée, pour lui assurer une rémunération, à faire des économies sur les travaux aux dépens de leur bonne exécution.

Nous ne l'avons pas pensé! Pour une aussi vaste entreprise, qui doit être menée avec la plus grande rapidité et, pourtant, exécutée avec le plus grand soin, le mieux paraît être de conserver la direction des travaux à l'État, qui s'attacherait à réduire l'étendue des lots d'entreprise et à répartir, ainsi, le travail dans un esprit démocratique.

En adoptant ce dernier système, nous ne pouvions songer, toutefois, à vous proposer de mettre les dépenses d'établissement à la charge du budget. Nous estimons qu'il y aurait lieu de concéder le réseau à une Compagnie spéciale, laquelle fournirait les capitaux nécessaires à la construction et se chargerait de l'exploitation, moyennant une garantie de l'État, dont le fonctionnement sera indiqué plus loin.

Il nous paraît d'une importance capitale que le concessionnaire soit une personnalité financière indiscutable, dont le nom seul donne la certitude que l'entreprise sera organisée et conduite avec un réel souci de l'intérêt général. Nous avons demandé à l'honorable M. Christophle, gouverneur du Crédit foncier, s'il consentirait à diriger l'opération. Il a bien voulu accepter cette tâche et c'est à la Société qu'il constituera que nous vous proposons d'accorder la concession.

Nous avons pensé, d'autre part, que la création du Métropolitain devait fournir l'occasion de faire l'essai d'une organisation nouvelle, échappant à certaines critiques qui ont été souvent formulées contre la constitution des Compagnies de chemins de fer existantes.

Dans notre système, l'État aurait la haute main sur l'administration de la Société métropolitaine. Comme il le fait pour la Banque de France et pour le Crédit foncier, il nommerait un gouverneur ayant la direction effective de la Compagnie, présidant le conseil d'administration et l'assemblée des actionnaires, et ayant le pouvoir de suspendre l'effet de toutes mesures contraires à l'intérêt public, jusqu'à décision du ministre auquel appartiendrait un droit de veto absolu.

Ce gouverneur serait assisté d'un sous-gouverneur, qui le suppléerait en cas de besoin. Il trouverait d'ailleurs un appui assuré au sein même du conseil d'administration, qui, sur douze membres dont il serait composé, en comprendrait deux désignés par le ministre et deux par le conseil municipal de Paris. La ville exercerait ainsi un contrôle direct et permanent sur la gestion de cette entreprise si utile à ses intérêts.

En ce qui concerne les tarifs, bien que le maximum de perception fixé par le cahier des charges soit déjà extrêmement réduit, nous avons réservé à l'État la faculté d'exiger des abaissements dès que le produit net aurait permis, pendant deux années consécutives, d'attribuer aux actions un intérêt et dividende supérieurs à 6 0/0.

En ce qui concerne la garantie de l'État, qui, on va le voir, ne s'appli-

querait qu'à une partie des dépenses d'établissement, il est stipulé que les sommes versées à ce titre à la Compagnie constitueraient des avances remboursables avec intérêt simple à 4 0/0.

Le taux de cette garantie a, d'ailleurs, pu être fixé à un chiffre peu élevé : 4 0/0 pour le capital-actions, qui serait de 50 millions, et 4,25 0/0 pour le reste du capital à réaliser en obligations.

Nous avons stipulé, enfin, qu'en cas où le produit net du réseau viendrait à excéder la somme nécessaire pour attribuer au capital-actions un intérêt et dividende de 6 0/0, l'excédent serait, au gré de l'État, soit partagé par moitié entre lui et la Compagnie, soit affecté en totalité à l'extension du réseau.

Il nous reste à expliquer grâce à quelle combinaison la garantie de l'État ne porterait, en tout cas, que sur une partie du capital de premier établissement.

Le Métropolitain devant se relier à toutes les lignes de chemin de fer aboutissant à Paris, ainsi qu'au chemin de fer de Ceinture, il nous a paru juste d'imposer aux Compagnies concessionnaires de ces lignes un sacrifice annuel, motivé par l'usage qu'elles seraient admises à faire des rails du Métropolitain, et d'en fixer à l'avance l'importance minima.

A cet effet, nous avons passé avec elles une convention aux termes de laquelle elles s'engagent à apporter au Métropolitain un minimum de trafic se traduisant, pendant les vingt premières années de l'exploitation, par un péage annuel de 5 millions de francs tant que la ligne du carrefour Drouot à la Bastille ne sera pas exécutée et de 7 millions quand le réseau entier sera en exploitation.

Au delà de ces vingt premières années, le trafic d'apport ne pourra être inférieur à la moyenne de celui des cinq années précédentes.

De plus, les Compagnies se chargent d'exécuter les raccordements nécessaires pour relier le Métropolitain à leurs lignes respectives et au chemin de fer de Ceinture.

Enfin, aux termes de deux conventions additionnelles qui vous sont soumises avec la première, la Compagnie de l'Ouest s'engage à prêter gratuitement au Métropolitain l'usage de la gare Saint-Lazare et la Compagnie du Nord à mettre ses dépôts, remises et ateliers à la disposition de la nouvelle Société, si cette dernière le lui demande.

Nous avons, d'ailleurs, étudié avec le plus grand soin les conditions dans lesquelles la Compagnie métropolitaine, avec son propre matériel, répondrait aux besoins de la circulation urbaine par des trains espacés à très courts intervalles, entre lesquels s'intercaleraient, sans les gêner, ceux des Compagnies.

La dépense totale nécessaire pour l'établissement et la mise en exploitation du réseau, moins la ligne du carrefour Drouot à la Bastille, peut être estimée, tous frais accessoires compris, à 235 millions.

La construction de cette dernière ligne, la seule dont l'évaluation présente un aléa sérieux, en raison des nombreuses acquisitions d'immeubles qu'elle exigerait, n'est pas indispensable à l'exploitation du réseau. De plus, il est possible que la ville de Paris désire profiter de la construction de cette ligne pour entreprendre des opérations de voirie qui en formeraient le complément naturel. Nous comptons donc en différer l'exécution jusqu'après l'ouverture des trois autres lignes.

D'après des évaluations très largement faites, la dépense correspondant à cette ligne serait d'environ 240 millions, y compris tous frais accessoires; de telle sorte que le Métropolitain tout entier occasionnerait une dépense de 475 millions.

Ceci posé, l'engagement des Compagnies relatif au premier réseau (péage annuel de 5 millions) permet déjà de gager, avant tout recours à la garantie de l'État, le capital-actions tout entier, soit 50 millions, et 70 millions environ du capital-obligations, soit ensemble, un peu plus de 120 millions.

Le réseau une fois complété par la construction de la ligne Drouot-Bastille, le péage minimum des Compagnies s'élèverait à 7 millions et permettrait de gager un capital total d'environ 168 millions.

On voit donc que, pour l'ensemble des lignes à établir avant le Centenaire de 1789, l'État n'aurait à garantir que l'intérêt à 4,25 0/0 d'à peu près 115 millions. Dans le cas le plus défavorable, et d'ailleurs inadmissible, où les recettes propres du Métropolitain n'arriveraient pas à couvrir ses frais d'exploitation, le sacrifice maximum de l'État ne dépasserait pas 4,862,500 francs.

Nous vous proposons, messieurs, de déclarer dès maintenant d'utilité publique les parties du réseau qui, empruntant le sol des voies publiques, n'exigeront pas d'expropriation et celles qui ont déjà été soumises en 1882 aux formalités de l'enquête. Cette enquête a, sous la saret, donné des résultats favorables.

Deux lignes se trouvent dans ces conditions :

1° La ligne circulaire;

2° La ligne de la place de Strasbourg à la place Denfert-Rochereau.

En ce qui concerne la ligne de la gare Saint-Lazare à la gare du Nord, nous comptons procéder d'urgence aux formalités préliminaires de la déclaration d'utilité publique.

Telles sont les dispositions générales que nous avons étudiées pour l'établissement et l'exploitation du réseau métropolitain. Nous les soumettons avec confiance à votre examen, persuadés qu'elles répondent aux divers besoins à satisfaire et sont aussi favorables que possible aux intérêts de l'État et de la Ville de Paris.

CHRONIQUE

La nouvelle distribution d'eau de Naples.

La contrée qui entoure la ville de Naples n'est pas riche en eau; on trouve cependant, dans la vallée du Sabato, deux groupes de sources distants d'environ 3 *km* : les sources *Acquaro* et *Pelosi* situées à la cote 373 *m*, et les sources *Urciuoli*, à la cote 320 *m*. Les travaux de captage faits à ces dernières ayant donné d'excellents résultats et procuré un volume qui n'est jamais inférieur à 2 m^3 par seconde, on décida de s'en tenir là et on renonça aux sources du premier groupe. Nous donnerons, d'après la *Schweizerische Bauzeitung* une description sommaire de l'important travail, exécuté en 1882, 83 et 84, qui vient de doter Naples d'une nouvelle distribution d'eau.

Les sources *Urciuoli* sont situées sur la rive droite du Sabato, vers l'embouchure d'un petit torrent qui reçoit des eaux superficielles. Un lit en maçonnerie étanche a été créé pour recevoir ce torrent et empêcher le mélange de ses eaux et de celles des sources. Trois collecteurs d'une pente de 2 0/00 ont été construits pour drainer le terrain aquifère. Ils sont établis au fond d'une tranchée plus large. Les intervalles ont été remplis jusqu'au niveau supérieur de l'extrados de la voûte de cailloux bien lavés; sur cette couche de cailloux on a appliqué deux couches de glaise bien battue séparées par un lit de chaux hydraulique en poudre. Des barbacanes pratiquées à la base des pieds-droits permettent l'introduction de l'eau qui se rassemble dans la tranchée. De plus, en général, les fondations des pieds-droits n'atteignent pas le terrain imperméable sous-jacent et restent dans l'intérieur de la couche aquifère; partout où cela a lieu, les collecteurs n'ont pas de radier continu, mais les pieds-droits sont simplement contrebutés par des traverses de béton placées de distance en distance.

Les trois collecteurs débouchent dans l'étage moyen d'une chambre à trois étages, à l'étage inférieur de laquelle l'aqueduc prend naissance, tandis que le supérieur sert à la manœuvre de vannes, au moyen desquelles on peut isoler chacun des collecteurs et en diriger l'eau dans un canal de décharge.

L'aqueduc commence à la prise d'eau, où son radier est à la cote 321 *m*, et longe d'abord la vallée du Sabato, en se dirigeant du Sud au Nord; ensuite il se dirige vers l'Ouest en longeant le versant nord du *Monte-Vergine* et du *Monte di Avella*, pour se terminer sur la colline de *Cancello*. Sa longueur est de 59 1/2 *km* et sa pente de 0,0003.

La section normale dans les parties en tranchée est formée d'un radier en arc renversé, de deux pieds-droits verticaux, et d'une voûte en plein cintre : la largeur est de 1,60 *m*, la hauteur maximum de 2 *m*. Dans les tunnels on a donné aux pieds-droits un profil curviligne : il y en a même, où, en raison de la pression exercée par un mauvais terrain, on a adopté un profil circulaire de 2 *m* de diamètre. Dans les ponts canaux, la section a 1,45 *m* de largeur sur 2,25 *m* de hauteur. Enfin, sous certaines traversées de routes, il a fallu adopter un profil surbaissé.

Les matériaux employés ont été la pierre calcaire et le tuf volcanique, suivant ce qu'on trouvait à portée. Les voûtes sont recouvertes d'une chape et les parois internes sont entièrement revêtues d'un enduit en ciment de Grenoble.

Parmi les ouvrages exceptionnels qu'on a été appelé à faire sur le parcours de l'aqueduc il faut signaler :

Différentes galeries en tunnel, notamment celle de *Ciardelli*, longue de 3 200 *m*, dans un terrain difficile avec venues d'eau et dégagement de gaz inflammables, et celle d'*Altavilla*, longue de 1 500 *m*, dans un poudingue si dur qu'on a pu, en certaines parties, faire l'économie de la voûte;

Plusieurs ponts canaux dont le plus important, celui du *Rio-Noci*, est porté sur 31 arches et a plus de 1/2 *km* de longueur;

Deux siphons : l'un d'une longueur de 588 *m*, avec une charge utile de 1,50 *m*, formé de 4 files de tuyaux de 0,800 *m*; l'autre long de 526 *m*, avec 2,50 *m* de charge utile, et formé seulement de 3 files des mêmes tuyaux. Chacun de ces siphons est compris entre deux chambres d'eau; il passe la rivière du fond de la vallée sur un pont qui ne correspond pas au point bas; au point bas il traverse une chambre où l'on a ménagé une décharge, et dans laquelle vient se raccorder avec le siphon une conduite de 0,15 *m* qui prend naissance à la chambre d'amont. Cette conduite latérale a pour objet de mettre le siphon en charge par le bas (moyennant fermeture préalable des robinets-vannes qui sont en tête des files), afin d'éviter l'entraînement de l'air.

L'aqueduc proprement dit se termine sur la colline de Cancello à la cote 245,20 *m*. L'excès de la cote initiale 321,00 *m* sur cette cote terminale est très supérieur à la pente requise pour l'écoulement avec la section adoptée; la différence est affectée à deux chutes ou plans inclinés que l'on pourra utiliser un jour pour produire de la force motrice. Comme

l'aqueduc et les siphons sont calculés pour un débit de 2 m^3 par seconde, cette force aura une certaine importance.

Enfin on a ménagé sur le parcours de l'aqueduc 14 chambres de décharge et de nombreux regards.

Entre la colline de Cancello et la colline sur laquelle la ville de Naples est construite s'étend une vaste plaine qu'on ne peut franchir que par le moyen de siphons.

La distribution de la ville a été subdivisée en deux étages distincts, et, d'après les altitudes assignées aux réservoirs qui devaient respectivement les desservir, la cote de l'arrivée de l'eau a été fixée à 93,60 *m* pour le niveau inférieur et à 183,00 *m* pour le niveau supérieur. Deux siphons distincts amènent l'eau à ces deux niveaux.

En se terminant sur la colline de Cancello à la cote déjà indiqué de 245,20 *m*, l'aqueduc débouche dans une chambre d'eau où commence un aqueduc à forte pente avec radier à gradins. A la cote 207,80 *m* se trouve une seconde chambre d'eau qui sert de point de départ au siphon de l'étage supérieur; l'eau qui n'entre pas dans ce siphon passe dans un compartiment latéral d'où part un nouvel aqueduc à gradins. Celui-ci continue jusqu'à la cote 135,40 *m* où il se termine dans une troisième chambre d'eau qui est le point de départ du siphon de l'étage inférieur.

Le siphon de l'étage supérieur se compose d'une file unique de tuyaux de 0,700 *m*. Il y a une longueur de 22 720 *m*; l'épaisseur de la fonte varie de 19 à 37 *mm*; la pression statique maximum est de 18,7 atmosphères.

Le siphon de l'étage inférieur se compose de deux files de tuyaux de 0,800 *m*, longues de 18 730 *m*. La pression statique maximum est de 11,5 atmosphères et l'épaisseur de la fonte varie de 20 à 26 *mm*.

D'après la formule de Darcy, le premier de ces siphons peut débiter 232 *l* et le second 928 *l* par seconde. Quoique cette formule donne des débits certainement inférieurs à la réalité, on voit que les deux siphons n'ont pas été projetés de façon à épuiser les 2 000 *l* que la conduite à pente naturelle peut amener sur la colline de Cancello.

De la chambre d'eau intermédiaire qui sert d'origine au siphon supérieur part une conduite de 0,20 *m*, longue de 8 420 *m* qui longe les trois files dans leur trajet parfaitement rectiligue et qui se termine au point le plus bas; elle est destinée à mettre les deux siphons en charge de la manière qui a été expliquée plus haut pour les deux siphons intercalés dans la conduite à pente naturelle.

La chambre inférieure est pourvue d'un trop plein qui amène les eaux superflues dans la plaine.

Les deux siphons sont en outre pourvus, dans leurs parties les plus basses, d'appareils de vidange.

Celui de l'étage supérieur arrive au réservoir qu'il doit alimenter après avoir traversé, aux abords de la ville, plusieurs galeries souterraines qui sont muraillées et assez spacieuses pour que la conduite puisse être visitée et réparée. Quant à celui de l'étage inférieur, il ne se termine pas au réservoir même de cet étage, mais à une chambre d'eau, et de celle-ci part un aqueduc à pente naturelle, long de plus de 2 *km*, partie en tranchée, partie en tunnel, et c'est cet aqueduc qui, après avoir franchi deux ravins sur des ponts-canaux remarquables, vient aboutir au réservoir.

Les deux réservoirs, dont nous avons déjà mentionné l'existence, sont établis d'après un système tout particulier, suggéré par la nature du terrain qui est au tuf volcanique. Il consiste en de grandes galeries parallèles creusées dans cette roche, sans aucune maçonnerie si ce n'est là où il y avait des fissures à boucher, et avec un simple enduit en ciment qui va jusqu'à 0,50 *m* au-dessus du niveau maximum de l'eau, et dont l'épaisseur varie de 50 *mm* à la base à 13 *mm* vers le haut.

Le réservoir inférieur, le plus considérable, situé sous la colline de *Capodimonte*, est formé de 5 galeries de section ovoïde ayant 10,80 *m* de hauteur et 9,25 *m* de largeur maximum avec un intervalle de 18,50 *m* d'axe en axe. Elles devaient être primitivement d'égale longueur; mais par suite de particularités découvertes dans le terrain au cours des travaux, on a allongé les galeries 1, 2 et 3 tandis que les galeries 4 et 5 ont dû être raccourcies. Les galeries 1 et 2 sont reliées par des galeries transversales de même section; il en est de même des galeries 4 et 5, en sorte qu'on a comme trois réservoirs distincts.

Outre les galeries qui constituent le réservoir proprement dit, il y en a trois autres de section moindre qui sont disposées perpendiculairement aux premières et placées à peu près à l'aplomb les unes des autres. La plus élevée est le prolongement de l'aqueduc qui fait suite au siphon, et dont nous avons parlé; c'est par elle que les eaux se versent dans le réservoir, par trois ouvertures correspondant aux galeries principales 2, 3 et 4, et munies de vannes. La galerie moyenne, placée au niveau des radiers, sert à la distribution. Elle contient deux conduites en fonte, l'une de 0,800 *m*, l'autre de 0,600 *m*; chacune d'elles porte trois tubulures qui, traversant le massif de tuf, la mettent en communication respectivement avec les grandes galeries 1, 3 et 5, c'est-à-dire également avec les trois subdivisions du réservoir. Ces deux conduites sont les origines du réseau de distribution; les tubulures sont, comme on le comprend, munies de robinets-vannes. Pour le cas peu probable d'une réparation s'étendant à la fois aux trois subdivisions du réservoir, on a ménagé une communication directe et facultative entre le canal d'arrivée et les conduites de distribution.

La troisième galerie, qui est la plus basse, sert à l'écoulement des trop-pleins et de la vidange.

Le réservoir a pour cote de fond 84,50 *m* et pour cote de surface 92,50 *m*. Sa capacité est de 80 000 m^3.

Un puits vertical contenant un escalier en hélice donne accès soit au réservoir lui-même, soit aux galeries auxiliaires.

Le réservoir de l'étage supérieur se compose de trois galeries parallèles, de même longueur, et absolument indépendantes. Le profil transversal, un peu différent du précédent, a 10,00 *m* de largeur maximum, et 9,50 *m* de hauteur. Le fond est à la cote 177 *m*, la surface de l'eau à la cote 183 *m*, et la capacité est de 20 000 m^3. Il y a également trois galeries auxiliaires, une à laquelle se termine le siphon de 0,700 *m* et qui sert à l'arrivée de l'eau, une qui contient les amorces des conduites maîtresses de distribution, et enfin la plus basse pour le trop-plein et la vidange.

JURISPRUDENCE

Immeubles contigus; construction d'un mur séparatif ne supportant aucun bâtiment; abandon du droit de mitoyenneté; dispense de participer aux frais de construction.

Tribunal civil de la Seine (7e *ch.*).

10 mars 1885.

Les sieurs N. et C. sont propriétaires, à Boulogne-sur-Seine de deux immeubles contigus; N. ayant, à ses frais, fait construire un mur séparatif, réclama à C. le paiement de la dépense, soit 432 *fr*.

C., pour résister à cette demande, invoquait les dispositions de l'art. 656 du C. civ., aux termes duquel tout copropriétaire d'un mur mitoyen peut se dispenser de contribuer aux réparations et reconstruction en abandonnant le droit de mitoyenneté, pourvu que le mur mitoyen ne soutienne pas un bâtiment lui appartenant. Il déclarait d'ailleurs abandonner tout droit sur le mur, ainsi que la portion de terrain sur lequel il était construit; il était, en outre, constant en fait que ce mur ne soutenait aucun bâtiment appartenant à C.

Le tribunal a repoussé la demande de N. Il juge que la disposition de l'art. 656 est générale, qu'elle s'applique partout, même dans les villes et faubourgs où la clôture est forcée, et qu'elle peut être invoquée quand il s'agit de la construction première d'un mur, aussi bien que lorsqu'il s'agit de sa reconstruction ou de réparation à y effectuer. Le tribunal décide enfin que les offres, faites par C. d'abandonner tout droit à la propriété du mur ainsi qu'à la portion de terrain sur lequel il est construit, sont de nature à donner toute satisfaction à N.

Jules Fabre,
Avocat à la cour de Paris.

Le gérant : Ch. Béranger,
Ingénieur civil des mines
15, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4.

New Annals of CONSTRUCTION.

Bureaux de Direction et de Rédaction : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

TOUS LES JOURS de 4 h. à 6 h.

Nouvelles Annales DE LA CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — No 378 — Juin 1886

PL. 27-28 et 29-30.

Neue Annalen der BAUKUNST.

ABONNEMENTS ET ANNONCES : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

15 fr. par an pour Paris. 18 fr. Départements. 20 fr. Union postale.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Ponts suspendus (1).

PL. 27-28.

Dans les ponts suspendus, toutes les pièces principales (câbles et tiges de suspension) travaillent à l'extension.

On évite donc dans ces ponts tous les surcroîts de matière destinés uniquement à empêcher la flexion des pièces qui travaillent à la compression et l'on peut employer certains matériaux, comme les fils de fer, qui présentent de grandes résistances à la traction, mais qui ne pourraient résister à des efforts de compression.

Pour ces deux motifs, les ponts suspendus sont plus légers que tous les autres et constituent une solution économique pour des travées de dimensions moyennes et la solution unique pour des travées de dimensions exceptionnelles.

Les anciens ponts suspendus étaient soit à piles rigides en maçonnerie, soit à fléaux, maintenus par des haubans. Dans le second cas, la rupture des câbles et des haubans d'une travée entraînait généralement la chute des autres travées; aussi la circulaire ministérielle du 8 mai 1870 interdit-elle les fléaux maintenus au moyen de haubans.

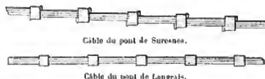
Quant au mode de suspension, on peut distinguer les *câbles en fil de fer*, les *chaînes en fer forgé* et les *câbles de lames métalliques*.

Ce qui parle en faveur des *câbles en fil de fer*, c'est que la résistance par millimètre carré des fils de fer est bien supérieure à celle des fers forgés et des tôles et que, si le câble a été bien construit, la résistance moyenne par millimètre carré est bien la moyenne des résistances des fils.

La manière dont on procède pour construire un câble en fil de fer a son importance. La tension uniforme des fils, l'égalité de la température, le transport à pied d'œuvre exercent une grande influence.

Les *chaînes en fer forgé* présentent l'avantage d'être plus faciles à assembler et de mieux résister à l'oxydation, mais par contre leur poids est, à égalité de résistance, plus élevé que celui des câbles en fil de fer, et cela non seulement en raison de la supériorité de la résistance par unité de surface du fil, mais aussi par la multiplicité inévitable des assemblages. De plus, la sécurité est moindre avec les chaînes, car le défaut d'un maillon atténue dans une forte mesure la force d'une chaîne, quand même elle se trouverait composée d'un certain nombre de barres juxtaposées.

Les *câbles en lames de tôle* n'ont pas été employés fréquemment. Pour leur assemblage, on juxtaposait obliquement les lames en rattachant l'extrémité de l'une au commencement de l'autre au moyen de colliers embrassant l'ensemble du faisceau, comme au pont de Suresnes; ou bien elles étaient,



Câble du pont de Suresnes.

Câble du pont de Langeais.

comme au pont de Langeais, toutes parallèles, et des soudures assuraient la continuité des lames, réunies de plus au moyen de colliers de serrage.

Malgré l'avantage commun avec les câbles en fil de fer, de présenter une plus grande sécurité, l'infériorité, au point de vue de la résistance et de la légèreté et la difficulté des assemblages et de la pose, ont mis les câbles en lames de tôle en défaveur.

L'emploi assez fréquent des ponts suspendus aux États-Unis et les détails de leur construction sur lesquels M. Malézieux appela l'attention des ingénieurs français par son rapport sur les travaux publics aux États-Unis, donna une nouvelle impulsion à l'étude et à l'emploi des ponts suspendus.

En Amérique ce ne fut pas, comme en France, la grande légèreté qui fit employer les ponts suspendus, mais leurs avantages pour les grandes portées. Dans ces emplois, leur extrême flexibilité, obéissant également aux charges et aux efforts du vent, nécessita l'addition de certains éléments, qu'il est intéressant de signaler :

Les garde-corps, auxquels on donne le caractère de véritables poutres métalliques, contribuent à la fois, à réduire les déformations du tablier et à répartir les charges sur un plus grand nombre de tiges de suspension.

Des câbles obliques, dits « haubans de rigidité », qui descendent des piles et se rattachent à divers points du tablier, ont été employés avec succès. Ils réduisent sensiblement les oscillations verticales des ponts qu'ils soutiennent et créent de cette façon une série de points, à peu près invariables, ce qui profite aussi aux parties du tablier qui ne sont pas soutenues par ces haubans.

Pour mettre le tablier des ponts suspendus à l'abri du danger d'être soulevé ou déplacé, dans le sens horizontal, sous l'action du vent, des câbles de sûreté, fixés soit à la partie inférieure des piles, soit au terrain, sont rattachés au tablier. Cette précaution, sans laquelle les grands ponts suspendus de l'Amérique n'auraient pu résister aux coups de vent, avait du reste déjà été employée depuis fort longtemps en France.

Dans la construction proprement dite, les Américains ont également fait des progrès et imprimé un caractère spécial à leurs ponts suspendus. Ainsi, c'est eux qui les premiers ont employé des câbles composés de plusieurs torons, constitués eux-mêmes par un certain nombre de fils tordus. Ces câbles sont, en général, d'une très grande flexibilité, mais ils nécessitent un système d'amarrage spécial.

Cet amarrage se fait généralement par l'intermédiaire d'une pièce métallique percée d'un trou conique (fig. 12, 13 et 14, pl. 27-28). Le bout du câble est introduit par la petite base du tronc de cône, puis les fils sont écartés, on fiche entre eux des pointes de fer et on termine en coulant du plomb dans la partie évasée.

(1) Extrait d'un mémoire de M. de Boulongne, ingénieur des ponts et chaussées, publié en janvier 1886 dans les *Annales des ponts et chaussées*.

Pour les câbles de très gros calibre, comme ceux du pont sur l'East River, entre New-York et Brooklyn, les câbles ne sont pas tordus, mais à fils parallèles. Ce pont est représenté par le croquis fig. 9, pl. 27-28.

En Europe, les ponts suspendus n'ont pas été partout construits d'après les types classiques que montrent les ponts anciens comme ceux de Meung-sur-Loire (1837) (fig. 3), ou de Châteauneuf-sur-Loire (1839) (fig. 4).

M. de Boulongne cite, à ce sujet, le pont construit en 1868, d'après le système Ordish, à Prague (Bohême), sur la Moldau (fig. 5), l'embarcadère de la Trinité, à Newhaven (Angleterre) (fig. 1), établi en 1821, et le pont construit en 1860, d'après le système Schnirch, à Vienne (Autriche), sur le bras du Danube qui traverse cette ville (fig. 2).

Dans le système Ordish, dont le pont de Prague est un spécimen, la chaîne n'a réellement pour but que de supporter les haubans qui soutiennent, en cinq points, la poutre droite portant le tablier. Les objections que soulève ce système sont nombreuses, aussi n'a-t-il pas trouvé de fréquentes applications.

L'embarcadère de la Trinité, construit par Samuel Brown, a cela d'intéressant qu'il est vraisemblablement le premier pont suspendu dans lequel il a été fait emploi de haubans.

Le pont sur le Danube, qui fut la première application du système Schnirch, a donné lieu, lors de sa construction, à une discussion très vive. De fait, il faut croire que c'est plutôt à l'insuffisance des dimensions données aux deux chaînes superposées et entretoisées, constituant le système Schnirch, qu'il faut attribuer les déformations inquiétantes qui ont conduit, en 1884, au remplacement de ce pont par un pont en arc. Malgré l'excellente qualité du fer employé pour les barres constituant les chaînes, des efforts de 14 *kg* par millimètre carré ne correspondent en effet qu'à un coefficient de sécurité de 3.

Un pont construit suivant le même système en 1864, à une faible distance en amont du premier, se trouve encore en parfait état.

En France, un certain nombre de ponts suspendus ont été construits depuis 1870, avec les perfectionnements dus aux Américains et d'autres dus à M. l'ingénieur Arnodin.

La question du choix du système de câble ont été une des principales préoccupations. Les anciens câbles étaient composés de fils parrallèles juxtaposés et serrés les uns contre les autres au moyen de fils de fer enroulés formant des anneaux de 5 à 6 *cm* de longueur. L'emplacement de ces ligatures variait de 30 à 40 *cm*.

Ces câbles sont très rigides, on ne peut ni les enrouler ni les transporter facilement. Leur rigidité est peu compatible avec la flexion qu'ils doivent prendre pour passer de la forme rectiligne à la forme d'équilibre.

Les câbles tordus échappent en partie à cet inconvénient, car si l'on vient à plier le câble, la partie devenue concave de celui-ci tend à se raccourcir, tandis que la partie convexe tend à s'allonger. Mais si on considère que les demi-spires consécutives d'un même fil se trouvent les unes dans la partie concave et les autres dans la partie convexe du câble, on voit qu'elles tendent à subir des allongements et des raccourcissements successifs et égaux; on conçoit qu'il puisse s'établir une compensation, il suffit pour cela que les adhérences d'un fil avec les autres sur la longueur d'une demi-spire soient assez faibles pour laisser le fil se déplacer sans qu'il ait à subir un effort notable.

Les premiers câbles tordus français (fig. 10) ont été obtenus en tordant tous les fils suivant des spires de même sens, de sorte que les fils d'une couronne se serrent contre les fils de la couronne précédente. M. de Boulongne désigne ces câbles sous le nom de *câbles tordus simples*.

Ils ont l'avantage d'être parfaitement réguliers; de plus ils ne nécessitent aucune ligature puisque le serrage est produit par les fils eux-mêmes; enfin, le rapport des vides aux pleins est compris entre 0,04 et 0,05, en admettant une construction parfaitement régulière. Mais leur flexibilité n'est pas plus grande que celle des câbles droits.

Les Américains ont employé ce système de construction pour les torons qui ne sont composés que d'un petit nombre de fils et ont par conséquent un petit diamètre. Ils réunissent plusieurs de ces torons ensemble pour former un câble; ces câbles ont, paraît-il, une grande flexibilité par rapport à leurs diamètres, mais ils ont l'inconvénient que la proportion du vide au plein est assez considérable et que l'oxydation est à craindre.

M. Arnodin fabrique aussi depuis un certain nombre d'années des câbles tordus qu'on peut nommer *alternatifs* (fig. 11) et qui jouissent de propriétés particulières. Dans ce système, un câble d'une grosseur quelconque s'obtient en prenant un câble du numéro immédiatement inférieur et en enroulant autour de lui une couronne de fils bien serrés dont l'enroulement est inverse de celui de la couronne précédente; la machine qui sert à les fabriquer peut être réglée de telle sorte que les spires des différentes couronnes soient semblables, c'est-à-dire que leurs pas soient proportionnels à leurs diamètres. Il en résulte immédiatement que tous les fils d'un même câble ont la même longueur totale; sauf le fil central et lorsque le câble s'allonge sous les efforts qu'il subit, tous les fils travaillent également; c'est une propriété qui n'appartient qu'aux câbles à fils parallèles et aux câbles tordus alternatifs. Les tensions des différents fils produites par l'allongement du câble ne sont pas les mêmes dans les câbles tordus simples et elles ont des valeurs extrêmes, encore plus différentes dans les câbles américains. Ces câbles tordus alternatifs ont une flexibilité beaucoup plus grande que les câbles tordus simples et cela se comprend si on remarque que les points de contact des fils entre eux sont peu nombreux et que, par suite, leur adhérence est assez faible. Le rapport du vide au plein est plus grand que dans les câbles tordus simples; il est compris entre 0,15 et 0,30, suivant le nombre de fils du câble; mais ce rapport est encore loin d'être exagéré au point de vue de la conservation du câble.

Les amarrages de câbles au moyen de pièces métalliques ayant la forme de troncs de cône sont connus depuis longtemps. Dans les derniers ponts français, pour retenir les fils, on les recourbe dans la pièce tronc-conique, et on remplit le vide avec un alliage. L'alliage employé récemment par M. Arnodin était composé de :

Etain.	40 0/0
Plomb.	50 0/0
Antimoine.	10 0/0

Il y a un double écueil à éviter en choisissant ces alliages; s'ils sont très fusibles, ils sont en même temps très mous et l'amarrage ne présente pas la solidité voulue; si on les choisit plus durs et moins fusibles, ils recuisent le fil de fer qui perd beaucoup de sa force près du point d'amarrage; l'alliage précédent est, paraît-il, satisfaisant.

Les fils sont livrés dans le commerce avec des longueurs relativement courtes, il faut donc les réunir bout à bout pour obtenir un fil continu. Autrefois on rapprochait les extrémités des deux fils l'une à côté de l'autre et on les liait ensemble avec un fil de fer de petit diamètre. En Amérique, on a employé de petit manchons filetés pour recevoir les pas de vis qui terminaient les fils.

Ces deux procédés ont l'inconvénient d'augmenter le diamètre du fil et, comme ces ligatures sont assez fréquentes, la régularité du câble en souffre beaucoup; de plus, il en résulte des vides intérieurs où l'oxydation peut se produire.

M. Arnodin a eu l'idée de remplacer ces ligatures par une brasure. Ce procédé n'a que l'inconvénient de recuire le fil et de l'affaiblir; la soudure elle-même est très solide.

Pour qu'un pont suspendu puisse durer indéfiniment, il ne suffit pas de le construire dans de bonnes conditions, il faut encore prévoir les réparations qui pourront être nécessaires ultérieurement et les rendre possibles par les dispositions adoptées dans la construction. C'est en suivant cet ordre d'idées que M. Arnodin a imaginé un système de câbles amovibles qui a été appliqué dans la restauration des ponts de Givors sur le Rhône et de la gare de Lyon ainsi que dans la construction des ponts de Chilhac et de Lamothe (1) dans la Haute-Loire.

La première condition de principe nécessaire à l'établissement d'un système amovible est la répartition de la charge à porter entre un nombre suffisant de câbles, cinq par exemple de chaque côté du pont.

Il suffit ensuite d'un petit artifice pour permettre d'enlever un des câbles sans toucher aux autres : la tige verticale qui soutient les poutrelles du pont ne s'attache pas directement aux câbles, mais à une pièce horizontale placée sous ceux-ci et rattachée à chacun d'eux au moyen d'un étrier à boulon.

Dès lors, pour changer un câble il suffit d'enlever de proche en proche tous les étriers qui le retiennent; le câble se relève

(1) Voir *Nouvelles Annales* de mars 1886.

progressivement au-dessus des autres et devient finalement complètement libre; la fatigue plus forte supportée accidentellement par les autres câbles ne présente pas d'inconvénients si l'on choisit un moment convenable pour faire cette opération et si le nombre des câbles juxtaposés est suffisant.

Une poutrelle métallique telle que celles employées dans les dernières constructions ou réparations de ponts suspendus est une petite poutre armée ayant la forme d'un trapèze très aplati dont la grande base légèrement convexe, et tournée vers le haut, supporte le plancher. Le croquis ci-dessous représente une poutrelle destinée aux ponts des Rosiers et



de Chalonnes, *d* sont des articulations. Les pièces *a* et *c* sont en acier et celles *b* en fer.

Cette poutrelle pèse 238 *kg*, sa résistance correspond à un travail de 13 *kg* par millimètre carré si l'on suppose qu'elle supporte deux voitures à deux roues de onze tonnes chacune. Sa portée est d'environ 8 *m*.

Ce que les poutrelles métalliques ont de remarquable, c'est leur grande légèreté qui atteint celle des poutrelles en bois; elles ont d'ailleurs sur ces dernières tous les avantages que présente l'emploi du métal au point de vue de la conservation. Dans les ponts suspendus, ces avantages sont particulièrement précieux, parce que les poutrelles ordinaires sont fort difficiles à visiter ou que du moins leur examen nécessite un temps considérable. Dans la reconstruction du pont de Langeais (fig. 6 et 7, pl. 27-28), les poutrelles en bois ont été remplacées par des poutrelles métalliques. Les câbles de ce pont sont formés de lames de tôle assemblées. Les amarrages sont doublés et ont la forme d'une boucle enfermant une barre cylindrique de métal.

Le but des garde-corps métalliques est de donner de la rigidité au pont et il faut leur assurer une force en rapport avec la rigidité, c'est-à-dire avec leur hauteur. Il faut de plus tenir compte dans les calculs des variations de température et des déformations qui en résultent pour le tablier, car le garde-corps doit évidemment être capable de subir ces déformations sans se casser.

Dans les dernières constructions ou réparations de ponts suspendus, on a employé des câbles obliques rectilignes analogues à ceux des américains, mais qui s'en distinguent pourtant par la répartition de la charge à porter entre eux, et les câbles courbes.

En Amérique, les dimensions des câbles courbes sont, croyons-nous, calculées pour qu'ils puissent supporter toute la charge permanente et les câbles obliques ne doivent intervenir, au moins en théorie, que pour diminuer les déformations produites par les surcharges passagères.

En France, leur premier rôle a été aussi de donner une certaine rigidité au tablier, mais on les a employés en même temps pour porter la partie du tablier voisine des piles, de telle sorte que les câbles courbes sont soulagés d'autant. L'intention bien arrêtée d'atteindre ce but est évidente dans la construction du pont de Saint-Ilpize (1).

Le conseil général des ponts et chaussées a prescrit depuis quelques années que, dans les constructions ou restaurations de ponts suspendus, les amarrages faits en barres ou en câbles métalliques doivent être établis de manière à ce qu'ils soient facilement accessibles et puissent être visitées.

Vérandah en fer, à panneaux démontables, aux Merchines (Meuse).

M. Michelin, constructeur à Paris.

Pl. 29-30.

Pour pouvoir transformer en une marquise bien aérée, un jardin d'hiver dont les pans vitrés deviennent inutiles et gênants en été, il faut que les châssis soient construits de façon à être facilement démontables : c'est la disposition particulière, étudiée par le constructeur, pour l'installation de la vérandah que reproduit notre planche.

L'ossature fixe de cette construction métallique se compose de pièces verticales, montants et pilastres, reliées par des parties horizontales, soubassement et entablement (fig. 1).

Les pilastres formés de deux montants accouplés sont vitrés et garnis de panneaux de remplissage en fer forgé; aux fers des montants de ces pilastres (fig. 1) viennent s'attacher les châssis ouvrants d'une porte à deux battants et de deux fenêtres (fig. 1 et 2, *mn*, *kl*; fig. 4 et 5); des montants isolés en fers carrés renforcés de fers méplats, reçoivent, ainsi que les montants des pilastres, l'assemblage boulonné des châssis démontables; ceux-ci sont formés de fers cornières et de demi-fers à vitrage (fig. 1, 4, 5 et 8); ils portent feuillure et viennent, à recouvrement, s'adapter, à l'aide de boulons à l'arête intérieure des châssis dormants que forment d'une part les montants et de l'autre, les traverses, hautes et basses de la frise et du soubassement.

Quant aux châssis ouvrants, battants de la porte et des fenêtres, dont le développement est indiqué au plan (fig. 2) par des arcs ponctués, ils sont faits de fers cornières, de fers à U, de fers méplats et de demi-fers à vitrage; c'est-à-dire de fers marchands combinés et assemblés pour former feuillures simples ou doubles, noix ou gueules-de-loup, barres d'imposte, pièces d'appui ou jet-d'eau (fig. 4, 5, 6, 7 et 8).

Ainsi, dans la coupe horizontale sur *kl* (fig. 4), la section A, faite sur les deux battants des châssis d'une fenêtre, montre, pour chaque battant : une cornière qui porte un couvre-joint ou côte en fer méplat, et un demi-fer à vitrage; une petite cornière rivée à l'un des battants fait fonction d'une languette, comme dans la *gueule-de-loup* des châssis en bois; puis la crémone est aussi indiquée par la section de sa tige en fer demi-rond.

La section B montre le point d'attache du battant de fenêtre au dormant formé par l'un des montants de pilastre : un fer méplat portant d'un côté son demi-fer à vitrage, et de l'autre un fer méplat plus petit, ou languette, forme le battant; la rainure ménagée par l'assemblage des trois fers méplats du dormant, reçoit la languette du battant, et fait ainsi fonction de *noix*. Un demi-fer à vitrage, fixé au méplat du montant, reçoit le verre du pilastre. En P sont les paumelles.

La section C indique l'assemblage du montant qui reçoit la cornière du châssis démontable; cette cornière formant feuillure à recouvrement, porte son demi-fer à vitrage.

En D (fig. 5), est indiquée la section des deux battants de la porte d'entrée; battants formés chacun d'un fer méplat, d'un couvre-joint et d'un demi-fer à vitrage; en plan est indiqué l'arrêt *x* fixé au seuil.

En E, une disposition de battant et dormant à noix, identique à celle du châssis de fenêtre B. En P' est la paumelle.

La section F est semblable à la section C.

Dans la coupe verticale *ef* sur une fenêtre (fig. 6), la section G montre la disposition de la traverse d'imposte courant entre la frise à panneaux vitrés ouvrants et les châssis des fenêtres; la section H indique le profil du jet-d'eau formé par un fer à vitrage, au devant duquel se trouve rivé un petit fer méplat faisant larmier; une cornière, qui forme feuillure en dessous, complète ce jet-d'eau. La pièce d'appui (même section H) se compose d'une plate-bande renforcée, en dessus, d'une moulure formant arrêt au battant, et, en même temps, glacis pour l'écoulement des eaux de pluie; par-dessous, est rivée la cornière qui forme encadrement de panneau au soubassement.

La section I (fig. 7) indique, pour les châssis ouvrants de frise et de porte, la même disposition, à peu près, que la section G pour la fenêtre. En J, est le profil d'un fer à vitrage qui passe à hauteur du lambris, et reçoit, en dessus, le verre, et, en dessous, la tôle du soubassement. En K, est le jet-d'eau au bas de la porte. Cette pièce composée est d'un demi-fer à vitrage, d'un petit fer méplat en larmier; ce jet-d'eau est rivé sur une plate-bande formant la traverse du bas et munie d'une cornière qui s'arrête à la moulure fixée au seuil de pierre.

La coupe verticale *ab*, sur un châssis démontable (fig. 8), indique suffisamment la construction du chéneau. En L, sous ledit chéneau, court un fer à U, qui fait fonction de sablière haute; et c'est en même temps la traverse haute d'un petit châssis dormant de frise, dont le côté bas est formé par la traverse d'imposte indiquée en M. Celle-ci, à son tour, forme le haut d'un grand châssis dormant dont le bas s'indique par la section N, semblable à la section H, avec une cornière en plus.

C'est aux arêtes intérieures de ces trois traverses, en L, M

(1) Voir *Nouv. Ann.*, mars 1886.

et N, que viennent s'appliquer les châssis mobiles à cornières; des boulons, haut et bas, retiennent ces châssis *démontables*, en place, pendant la saison froide.

En P, se trouve le profil de la sablière en plate-bande qui reçoit le pied des montants, les cornières basses d'encadrement du soubassement en tôle, et aussi une mouture en glacis pour l'écoulement des eaux; un *carillon* forme larmier au devant de ladite plate-bande posée elle-même sur le socle de pierre.

Le soubassement, ou lambris fixe d'appui, est en tôle encadrée de cornières, avec panneaux simulés par moulures rapportées (fig. 1); il repose, ainsi que les pilastres et les montants, sur la plate-bande en fer servant de sablière. Le tout enfin repose sur un socle en pierre de taille (fig. 1).

L'entablement comporte une frise vitrée à compartiments garnis de remplissages d'ornementation en fer forgé; des goussets, équerres ou aisseliers ornés, arrondissent les angles formés par la frise et les montants, et simulent des arcades. Le chéneau (fig. 1, 3 et 8), courant sur la frise, est supporté, au droit de chaque montant, par des consoles en fer; une crête, également en fer forgé, surmonte le chéneau; et, au-dessus de la porte, se développe un motif central ou fronton décoratif avec chiffre.

Le comble se compose d'un certain nombre de fermes portant pannes et chevrons; il est vitré en verre strié; les pilastres et la frise sont vitrés en verre coulé verdâtre dit « cathédrale »; le reste des surfaces verticales est vitré de verre double blanc ordinaire.

D'après ce qui précède, on voit que la charpente principale et toute l'ornementation de cette vérandah sont absolument fixes; il s'ensuit que l'aspect extérieur de l'ensemble subsiste, après que les panneaux démontables ou les châssis ouvrants ont été enlevés. Car les portes et les fenêtres sont ici d'un dégondage facile.

Le prix de revient de la vérandah en question est de 6 500 *fr*, y compris 1 000 *fr* employés en vitrerie et peinture.

E. Rivoalen.

REVUE TECHNOLOGIQUE

Étude sur le cahier des charges d'août 1885 pour la fourniture du ciment Portland aux ports de Calais et de Boulogne.

Introduction

Dans l'étude sur les qualités du ciment Portland que nous avons publiée dans les numéros d'octobre, novembre et décembre 1881 et janvier 1882, nous avons donné la traduction des règles qui servent en Allemagne à la livraison des ciments Portland.

Dans cette étude, nous avons fait ressortir combien les cahiers des charges établis jusqu'alors en France par les services publics, pour les fournitures de ciment Portland, étaient peu en harmonie avec ce qu'on devait exiger d'un bon ciment.

Les cahiers des charges définissaient mal la finesse de mouture des ciments, et surtout étaient beaucoup trop peu exigeants sur ce point. La prise et les caractères qu'elle doit présenter étaient peu ou point définis. Les solidités exigées étaient trop faibles, et les essais destinés à les constater étaient peu faits pour obliger les producteurs à entrer dans la voie du progrès. Nous avons signalé, à ce sujet le danger que présentaient les essais faits peu de jours après la confection des éprouvettes, comme ceux à trois et à cinq jours, en favorisant les ciments qui donnent une solidité relativement élevée dès le début, au détriment de ceux qui, au contraire, sont peu solides au commencement de leur emploi, mais dont la résistance croît lentement et arrive à dépasser beaucoup celle des premiers.

Nous avons également appelé l'attention sur la nécessité d'employer un sable bien défini pour les essais comparatifs de résistance des mortiers de ciment; l'influence de la qualité du sable étant grande dans ces essais.

Nous émettions, en terminant, le vœu de voir établir des règles parfaitement déterminées pour l'essai des ciments en France et de voir créer des laboratoires qui, suivant les règles établies, feraient les essais comparatifs nécessaires pour arriver à la connaissance des divers ciments. L'ensemble de ces mesures devait, à notre avis, éclairer les consommateurs et provoquer de notables progrès dans la fabrication des ciments Portland qui est si importante dans notre pays.

Le 25 septembre 1884, le Ministre des travaux publics a institué un service spécial pour l'expérimentation des ciments Portland. Le laboratoire central de ce service est à Paris, et des annexes sont établies à Boulogne-sur-Mer, la Rochelle et Marseille (1).

La création de ce service paraît avoir porté déjà des fruits, et nous avons sous les yeux un cahier des charges dressé par M. F. Guillain, ingénieur en chef des ponts et chaussées, pour la fourniture du ciment nécessaire aux travaux des ports de Calais et de Boulogne, (12 000 tonnes adjugées en septembre 1885.)

Ce cahier des charges a été préparé à la suite d'essais, poursuivis pendant plusieurs années dans le laboratoire du service, sur des ciments dont le mode et les conditions de fabrication avaient, en général, été constatés dans les usines de premier ordre du Boulonnais. Les essais en question ont porté sur plus de 12 000 briquettes.

Nous avons pensé que la partie technique de ce cahier des charges, si remarquablement étudiée, serait utile à nos lecteurs.

Partie technique du cahier des charges

Définition.

M. Guillain définit le ciment Portland comme le produit de la mouture de roches scorifiées, obtenues au moyen de la cuisson jusqu'à ramollissement, d'un mélange intime de carbonate de chaux et d'argile, rigoureusement dosé, chimiquement et physiquement homogène dans toutes ses parties.

Exposé.

La première constatation à faire sur les livraisons de ciment est celle de la siccité; le ciment doit être parfaitement sec, être bien pulvérulent et ne présenter aucune partie agglomérée par l'humidité.

Les essais à faire subir au ciment sont relatifs :

Ciment pur. — 1. A la densité du ciment;
2. A la composition chimique;
3. A la durée de la prise;
4. A l'absence de fissures après la prise;
5. A la résistance à la traction des briquettes de ciment pur;

Mortier de sable normal. — A la résistance à la traction des briquettes de ciment avec sable normal.

Pour ces essais, les échantillons seront pris dans un ou plusieurs sacs choisis arbitrairement, à différentes profondeurs et en des points divers. Chacun des échantillons ainsi prélevés devra satisfaire séparément aux conditions qui vont être énoncées.

Essais avec ciment pur.

Densité. — La fine poussière produite par le tamisage du ciment à travers un tamis métallique de 5 000 mailles par centimètre carré, devra avoir, par litre non tassé, un poids au moins égal à un minimum déterminé suivant la règle exposée ci-après.

Pour obtenir, dans des conditions toujours comparables, un litre non tassé de la fine poussière provenant du tamisage du ciment à travers un tamis de 5 000 mailles par centimètre carré, on posera sur un support inébranlable une mesure cubique de un litre de capacité; au-dessus de cette mesure, on disposera un plan incliné à 45°, formé par une feuille de zinc de 0,50 *m* de longueur, dont le bord horizontal inférieur sera fixé à 0,01 *m* au-dessus du plan supérieur de la mesure; on versera doucement la poussière de ciment à la cuiller sur le sommet de ce plan incliné, jusqu'à ce que la mesure soit un peu plus que remplie, et on enlèvera

(1) Voir *Nouv. Ann.*, mars 1885.

l'excès de ciment en faisant glisser sur les bords de la mesure une lame bien droite tenue dans un plan vertical. Pendant toute cette opération, on n'aura fait subir à la mesure aucune trépidation ni aucun choc. Pour avoir le poids d'un litre, on fera une seule pesée du contenu total de cinq mesures remplies avec les précautions ci-dessus décrites.

Le poids minimum obligatoire du litre non tassé sera déterminé de la manière suivante : Par les moyens ordinaires de l'usine chargée d'une fourniture, on procédera à la mouture et au blutage d'un lot de roches lourdes très cuites, dont chaque morceau aura jusqu'au cœur une couleur franchement noire, ou noir-bleuâtre, ou noir-verdâtre, et présentera la composition chimique qui correspond au dosage normal des pâtes de l'usine. La mouture sera conduite de manière à donner, par le blutage ordinaire, un ciment qui laisse un résidu de 20 à 25 p. 100 sur le tamis de 5 000 mailles par centimètre carré.

Le tamisage ayant été effectué sur ce tamis, après refroidissement complet du ciment, on déterminera suivant le mode qui vient d'être décrit, le poids du litre non tassé de la fine poussière obtenue. Le chiffre ainsi trouvé, diminué de 100 *gr* pour tolérance, donnera le poids minimum obligatoire.

Composition chimique. — Tout ciment dans lequel l'analyse chimique aura accusé plus de 1 p. 100 d'acide sulfurique, ou aura découvert des sulfures en proportion dosable, sera refusé.

On déclarera suspect tout ciment dans lequel l'analyse chimique aura accusé plus de 4 p. 100 d'oxyde de fer, ou aura donné une valeur inférieure à 0,44 pour le rapport entre le poids total de la silice combinée et de l'alumine d'une part, et, d'autre part, le poids de la chaux.

Proportion d'eau à employer. — Dans les essais au ciment pur, le ciment sera gâché avec de l'eau de mer (1).

L'eau et l'air, pendant les gâchages, seront maintenus, autant que possible, à une température comprise entre 15 et 18 degrés.

La proportion d'eau à mélanger avec le ciment pur sera la même pour tous les essais simultanés d'un même échantillon; on déterminera, pour chaque échantillon, la proportion normale d'eau qui doit y être appliquée, par un essai préalable comportant chaque fois les tâtonnements ci-après décrits. La proportion normale ainsi trouvée ne sera valable que pour les essais à faire pendant la journée où elle a été déterminée.

Le mortier sera obtenu en prenant 900 *gr* de ciment et en y versant d'un seul coup la quantité d'eau à employer. Le mélange et le gâchage seront faits à la truelle, sur une plaque de marbre, pendant cinq minutes comptées à partir du moment où l'eau aura été versée.

La quantité d'eau ajoutée sera considérée comme donnant la proportion normale, si le mortier ainsi obtenu forme une pâte ferme mais bien liée, brillante et plastique, satisfaisant aux conditions suivantes :

1. La consistance de la pâte ne doit pas changer sensiblement si le gâchage est prolongé pendant trois minutes au delà de la durée initiale de cinq minutes ;

2. Une petite quantité de pâte étant prise avec la truelle, si on la laisse tomber sur le marbre d'une hauteur de 0,50 *m* environ, elle doit se détacher de la truelle sans y laisser aucune partie adhérente et, après sa chute, conserver à peu près sa forme sans qu'il se produise aucune crevasse;

3. Une petite quantité de pâte étant prise dans la main, il devra suffire de lui imprimer quelques légères secousses pour lui donner une forme arrondie et faire venir l'eau à la surface; elle ne devra, dans cette opération, ni s'aplatir complètement, ni s'attacher à la peau, et si on laisse tomber la boulotte ainsi formée d'une hauteur de 0,50 *m*, elle devra conserver, en s'affaissant légèrement, une forme arrondie, sans présenter aucune crevasse;

4. La proportion d'eau doit d'ailleurs être telle que le gâchage étant effectué avec une quantité d'eau moindre, la pâte soit sèche, peu liée, et se crevasse en tombant de la truelle ou de la main; elle doit être telle, d'autre part, qu'une faible augmentation de la quantité d'eau (de 1 à 2 p. 100 au plus du poids du ciment) suffise pour changer la nature de la pâte, la ramollir et lui donner une consistance boueuse, caractérisée par l'adhérence à la truelle et une tendance à s'aplatir, tendance qui ne permet pas de la mettre en boule en procédant comme on l'a dit ci-dessus.

Ce dernier changement de caractère, produit par le passage de la consistance plastique à la consistance boueuse, étant le plus nettement tranché, on fera d'abord le gâchage avec une quantité d'eau assez faible pour donner une pâte trop sèche. Puis on recommencera l'opération le nombre de fois nécessaire, en opérant chaque fois sur une nouvelle quantité de 900 *gr* de ciment et en augmentant progressivement chaque fois de 20 cm^3 la quantité d'eau, jusqu'à ce que, une opération ayant donné, avec une certaine proportion d'eau, une pâte de consistance ferme et plastique, l'opération suivante, avec 20 cm^3 d'eau de plus, donne une pâte boueuse. On fera alors un dernier essai avec 10 cm^3 de moins que dans l'opération qui aura donné la pâte boueuse.

On adoptera, comme proportion normale, la plus forte proportion d'eau essayée qui aura encore donné lieu à une pâte plastique et non boueuse, satisfaisant aux conditions ci-dessus énoncées.

Durée de la prise. — Pour déterminer le *début de la prise* et la *durée de la prise* du ciment, on gâchera 900 *gr* à la truelle sur une plaque de marbre pendant cinq minutes, avec une quantité d'eau de mer correspondant à la proportion normale déterminée dans l'essai préalable. La totalité de l'eau sera versée d'un seul coup sur le ciment. On prendra une partie de la pâte ainsi obtenue et on en remplira une boîte cylindrique en métal de 0,04 *m* de hauteur sur 0,08 *m* de diamètre. On imprimera ensuite de légères trépidations à la boîte pendant quelques instants. On laissera au-dessus du ciment, dans la boîte, l'eau que cette trépidation lui aura fait rejeter. Puis, au-dessus de la boîte, on suspendra à un fil passant sur une poulie, une aiguille prismatique, pesant 300 *gr*, et ayant une section carrée de 1 *mm* de côté.

On considérera, comme le début de la prise, le moment où la masse ne se laissera plus pénétrer totalement par l'aiguille descendue progressivement et avec précaution.

La prise sera considérée comme terminée lorsque la surface du ciment pourra supporter l'aiguille sans qu'elle y pénètre d'une quantité appréciable.

Si le ciment commence à prendre avant un délai de trente minutes ou termine sa prise avant un délai de trois heures, la fourniture d'où provient l'échantillon essayé sera refusée.

De même, la fourniture d'où provient l'échantillon essayé sera refusée si la prise n'est pas terminée dans un délai de douze heures (1).

Ces délais seront comptés à partir du moment où l'eau aura été versée sur la poudre sèche de ciment.

La température, pendant l'opération, devra être maintenue entre 15 et 18 degrés.

Absence de fissures après la prise. — Immédiatement après le remplissage de la boîte métallique contenant la pâte destinée à l'essai de la prise, on emploiera le reste de la gâchée mentionnée dans l'article précédent, en préparant sur des plaques de verre des galettes circulaires de 0,08 *m* à 0,10 *m* de diamètre, dont l'épaisseur, égale à 0,02 *m* environ dans la partie centrale, ira en diminuant vers les bords où elle sera presque nulle.

On immergera les plaques de verre et les galettes qu'elles portent dans un bac rempli d'eau de mer dont la température sera maintenue, autant que possible, entre 15 et 18 degrés.

Si on remarque, avant la réception définitive, sur une quelconque des galettes, des plissements ou crevasses, la fourniture d'où provient l'échantillon essayé sera refusée.

Résistance à la traction des briquettes de ciment pur. — La pâte de ciment pur, destinée aux essais de résistance à la traction, sera obtenue chaque fois en gâchant à la truelle, sur une plaque de marbre pendant cinq minutes, 900 *gr* de ciment avec la proportion normale d'eau de mer. Cette gâchée donnera assez de pâte pour faire six briquettes.

Chaque essai devant comprendre dix-huit briquettes, on

(1) Voir *Nouv. Ann.*, août 1882 et janvier 1885.

(1) Cette disposition est spéciale au cahier des charges de Boulogne. Elle n'est motivée que par les conditions particulières de l'emploi (maçonneries d'une digue en mer, exposées à être attaquées par la mer quelques heures après leur confection). Elles n'est pas reproduite dans le cahier des charges de Calais (maçonneries exécutées à l'abri de batardeaux).

aura ainsi à faire trois gâchées successives dans les mêmes conditions.



Les briquettes auront la forme représentée ci-contre, sur une épaisseur de 0,0222 *m*; la section de rupture sera ainsi de 5 cm^2.

Les moules présentant en creux la forme des briquettes, après avoir été bien nettoyés et humectés, seront placés sur une plaque de marbre ou de métal poli, posée horizontalement sur un support inébranlable.

On remplira d'une même gâchée, faite suivant les indications données plus haut, six moules à la fois en mettant assez de pâte du premier coup dans chaque moule pour que la pâte en déborde.

On enfoncera la pâte plastique dans le moule avec le plat de la truelle. Quand le remplissage sera complet, on donnera de petits coups de truelle sur les côtés du moule pour ramollir un peu le ciment et faire dégager les bulles d'air; on s'arrêtera quelques instants après que le ciment se sera couvert d'une petite couche d'eau.

Aussitôt que la consistance de la briquette permettra de le faire, on en réglera la face supérieure en faisant passer sur les bords du moule la lame parfaitement droite d'un couteau, tenue presque horizontalement, le tranchant en avant, de manière à enlever tout l'excédent de pâte sans exercer aucune compression.

Après un certain temps, au moins égal à la durée de la prise constatée au préalable, on desserrera les moules et on les éloignera des briquettes sans soulever celles-ci ni leur faire quitter la plaque.

Pendant les vingt-quatre premières heures qui suivront le commencement du gâchage de la pâte, les briquettes seront conservées sur leur plaque, dans une atmosphère humide, à l'abri des courants d'air et des rayons directs du soleil, à une température comprise, autant que possible, entre 15 et 18 degrés.

Au bout de vingt-quatre heures, on les immergera dans un bac rempli d'eau de mer.

L'eau du bac contenant les briquettes sera renouvelée toutes les semaines et sera toujours maintenue, autant que possible, à une température comprise entre 15 et 18 degrés.

Pour chaque échantillon de ciment à essayer, on fera, dans les conditions précitées, dix-huit briquettes de ciment pur, dont six destinées à être rompues au bout de sept jours, six au bout de vingt-huit jours et six au bout de quatre-vingt-quatre jours; ces délais étant comptés à partir du moment du gâchage du mortier. Pour chaque série de ruptures, on prendra deux briquettes de chaque gâchée.

Les briquettes seront rompues par extension (1). Parmi les six résultats obtenus dans chaque série, on choisira les trois résultats les plus élevés; la moyenne de ces trois résultats sera le chiffre admis pour la résistance de l'échantillon éprouvé au moment de l'essai.

La résistance des briquettes de ciment pur, à l'expiration du septième jour, devra être d'au moins 20 *kg* par centimètre carré de la moindre section des briquettes d'essai.

Elle devra être d'au moins 35 *kg* par centimètre carré à l'expiration du vingt-huitième jour.

Toute fourniture d'où proviendrait un échantillon ne satisfaisant pas à ces deux conditions, sera refusée.

La résistance par centimètre carré des briquettes de ciment pur, constatée au bout de vingt-huit jours, devra d'ailleurs dépasser d'au moins 5 *kg* celle qui aura été constatée au bout de sept jours; sinon, la fourniture d'où provient l'échantillon essayé sera déclarée suspecte. Toutefois, la suspicion ne serait pas soulevée si la résistance constatée au bout de vingt-huit jours était d'au moins 55 *kg*.

La résistance par centimètre carré des briquettes de ciment pur, constatée au bout de quatre-vingt-quatre jours, devra être d'au moins 45 *kg*.

De plus, elle devra dépasser la résistance constatée au bout de vingt-huit jours, quand celle-ci n'aura pas été d'au moins 55 *kg*.

Toute fourniture d'où proviendrait un échantillon qui ne satisferait pas à ces deux conditions serait refusée.

(1) Le cahier des charges que nous analysons donne la description de la machine qui devra être employée pour rompre les éprouvettes. C'est la machine Frühling et Michaëlis que nos lecteurs connaissent. (Voir *Nouv. Ann.*, janvier 1882.)

Essais avec mortier de sable normal.

Le mortier de ciment et sable normal avec lequel seront faits tous les essais de résistance par traction, sera composé en poids d'une partie de ciment sec et de trois parties de sable normal sec.

Sable normal. — Le sable à employer dans tous ces essais sera un sable quartzeux, obtenu artificiellement par le concassage et la pulvérisation des quartzites extraits des carrières de la montagne du Roule à Cherbourg. Ce sable, passé à travers un tamis de 64 mailles par centimètre carré, pour en éliminer tous les grains trop gros, aura été repris sur un tamis de 144 mailles par centimètre carré pour en éliminer les grains trop fins. Le résidu de ce second tamisage, lavé à grande eau et séché, constituera le sable normal.

Mode d'exécution des essais. — Le poids d'eau de mer à incorporer au mélange de sable et de ciment pour faire le mortier sableux normal sera égal à 12 p. 100 du poids total du ciment et du sable.

Chaque gâchée comprendra la quantité de mortier nécessaire pour faire trois briquettes avec un léger excédent. On emploiera 125 *gr* de ciment et 375 *gr* de sable. Chaque essai devant comprendre dix-huit briquettes, on aura ainsi à faire six gâchées successives dans les mêmes conditions.

Les moules à briquettes et l'appareil d'essai seront les mêmes que ceux employés pour les essais des briquettes de ciment pur.

On préparera les briquettes d'essai de la manière suivante :

Ayant placé sur un support inébranlable une plaque de marbre ou de métal poli, on y déposera les moules, préalablement bien nettoyés et humectés. On pèsera 125 *gr* de ciment et 375 *gr* de sable, que l'on mélangera intimement à sec dans une capsule avec une spatule. On y ajoutera la quantité d'eau de mer nécessaire (soit 60 cm^3), puis on remuera fortement toute la masse avec la spatule, pendant cinq minutes, comptées à partir du moment où l'eau aura été versée. On obtiendra ainsi un mortier ayant l'aspect de la terre humide fraîchement remuée. Ce mortier sera introduit d'une seule fois dans les moules, en quantité suffisante pour qu'il fasse encore saillie au-dessus des bords après le damage.

On damera le mortier dans le moule avec une petite massette du poids d'environ 200 *gr*, d'abord à petits coups répétés, sur le pourtour de la briquette, puis au centre; on frappera ensuite plus énergiquement, en suivant toujours le même chemin, et on continuera le damage jusqu'à ce que la masse commence à prendre un peu d'élasticité et sue l'eau à la surface. On enlèvera alors le trop-plein du moule avec une lame de couteau bien droite, et on lissera la surface en promenant le couteau appuyé sur les bords du moule.

Lorsque le mortier sera suffisamment durci, on desserrera les moules et on les enlèvera sans soulever les briquettes, ni leur faire quitter la plaque.

Pendant les vingt-quatre premières heures qui suivront le commencement du gâchage du mortier, les briquettes seront conservées sur leur plaque, dans une atmosphère humide, à l'abri des courants d'air et des rayons directs du soleil, à une température maintenue, autant que possible, entre 15 et 18 degrés.

Au bout de vingt-quatre heures, on les immergera dans un bac rempli d'eau de mer.

L'eau des bacs contenant les briquettes sera renouvelée toutes les semaines, et sera toujours maintenue, autant que possible, à une température comprise entre 15 et 18 degrés.

Pour chaque échantillon de ciment à essayer, on fera, dans les conditions précitées, dix-huit briquettes de mortier sableux normal, dont six destinées à être rompues au bout de sept jours, six au bout de vingt-huit jours, et six au bout de quatre-vingt-quatre jours; ces délais étant comptés à partir du moment du gâchage du mortier. Pour chaque série de ruptures, on prélèvera une briquette provenant de chacune des six gâchées différentes.

Sur les six résultats obtenus dans chaque série, on prendra les trois résultats les plus élevés; la moyenne de ces trois résultats sera le chiffre admis pour la résistance du ciment éprouvé au moment de l'essai.

Résistance des briquettes de mortier. — La résistance du mortier sableux normal, à l'expiration du septième jour,

devra être d'au moins 8 *kg* par centimètre carré de la moindre section des briquettes.

Elle devra être d'au moins 15 *kg* par centimètre carré à l'expiration du vingt-huitième jour.

Toute fourniture d'où proviendrait un échantillon ne satisfaisant pas à ces deux conditions, sera refusée.

La résistance par centimètre carré du mortier sableux normal, constatée au bout de vingt-huit jours, devra d'ailleurs dépasser celle qui aura été constatée au bout de sept jours d'au moins 2 *kg*, sinon, la fourniture d'où provient l'échantillon essayé serait déclarée suspecte.

La résistance par centimètre carré du mortier sableux normal, constatée au bout de quatre-vingt-quatre jours, devra être d'au moins 18 *kg*, et elle devra toujours dépasser la résistance constatée au bout de vingt-huit jours.

Toute fourniture d'où proviendrait un échantillon ne satisfaisant pas à ces deux conditions serait refusée.

Réception provisoire.

Seront admises à réception provisoire :

1. Les fournitures dont tous les échantillons essayés ont subi, sans être déclarés suspects ou rebutés, toutes les épreuves relatives à la densité, à la composition chimique, à la durée de la prise, à la résistance des briquettes de ciment pur et de mortier sableux après sept jours et après vingt-huit jours, abstraction faite des épreuves de résistance à quatre-vingt-quatre jours, qui ne seront considérées comme indispensables à la réception provisoire que pour le cas des ciments suspects ;

2. Les fournitures déclarées d'abord suspectes, à raison d'un des cas prévus plus haut, mais dont tous les échantillons essayés, après avoir satisfait aux conditions obligatoires sur la teneur en acide sulfurique et sulfures, sur la durée de la prise et l'absence de fissures, sur la résistance à la traction après sept et vingt-huit jours, des briquettes de ciment pur et de mortier sableux, ont subi finalement avec succès les épreuves relatives à la résistance à la traction après quatre-vingt-quatre jours.

Réception définitive.

Le ciment sera déclaré admis définitivement au moment de la sortie du magasin du chantier pour l'emploi, ce qui n'aura lieu d'ailleurs que si, depuis l'époque de la réception provisoire, le ciment n'a pas été frappé de rebut, soit en raison des résultats défectueux des essais à quatre-vingt-quatre jours, soit en raison de la présence de fissures dans les galettes confectionnées au moment des essais sur la durée de la prise, soit en raison de l'état d'humidité des sacs.

REMARQUES

La définition du ciment Portland inscrite dans le cahier des charges dont nous venons de reproduire les dispositions techniques, écarte rigoureusement des fournitures les nouveaux ciments, dits ciments à la pouzzolane, formés de mélanges intimes, faits à froid, de chaux grasse et de matières riches en silice et en alumine et principalement de laitiers de hauts-fourneaux, ciments dont nous avons souvent entretenu nos lecteurs. On ne peut certes pas trouver mauvais qu'un produit nouveau, dont les qualités ne sont pas encore bien connues, soit exclu de fournitures destinées à des travaux aussi importants que ceux qui se font dans les ports de Calais et de Boulogne. Mais on ne doit point perdre de vue que la fabrication des ciments à la pouzzolane se répand et se perfectionne, et que diverses usines livrent, dès à présent, des produits de ce genre d'une solidité fort remarquable. Il viendra peut-être un jour où l'on sera porté à revenir sur cette exclusion.

Par contre, cette définition n'est pas explicite au sujet des ciments Portland naturels. L'exclusion de ces ciments serait regrettable, à notre avis. Il existe, en effet, des usines qui cuisent des calcaires argileux ayant justement la composition en silice, alumine et carbonate de chaux que l'on recherche dans la fabrication des pâtes pour ciments artificiels. Les roches exploitées par ces usines sont quelquefois d'une homogénéité au moins aussi grande que les pâtes artificielles. Il n'y a pas, dans ce cas, de raisons pour que le ciment naturel ne soit pas d'aussi bonne qualité que le Portland artificiel. Il est vrai de dire que, dans l'espèce il s'agissait d'une adjudication restreinte pour laquelle ne s'étaient portés candidats que des fabricants de ciment Portland artificiel du Bourbonnais.

Les nouvelles conditions imposées pour la finesse de mouture sont fort rationnelles; depuis longtemps déjà la pratique du tamis de 5 000 mailles au centimètre carré est entrée dans les usines à ciment allemandes et suisses. Nous avons déjà expliqué comment un ciment moulu très fin pouvait arriver à constituer un mortier plus économique et plus solide qu'un ciment grossier, nous ne reviendrons donc pas sur ce point. On peut toutefois regretter que le fil du tamis n'ait pas été spécifié afin de bien déterminer la grandeur des mailles.

On a remarqué sans doute qu'aucune indication absolue de chiffre n'avait été faite pour la densité des ciments. C'est qu'en effet, certains ciments de fort bonne qualité atteignent difficilement les densités de 1 300 *kg* à 1 500 *kg* que montrent certains produits médiocres sous d'autres rapports. Par sa spécification, M. Guillain a visé la fourniture de ciments ayant la densité qu'une cuisson convenable peut donner aux diverses pâtes employées, eu égard à la nature de chacune d'elles.

L'introduction dans le cahier des charges du tamisage avant la détermination de la densité permet de comparer plus sûrement les divers ciments. On sait, en effet, que le poids du litre d'un même ciment dépend grandement de la finesse de mouture, les plus fins étant les plus légers. Il était donc important d'amener les divers produits dont on veut comparer les densités à un degré de finesse aussi égal que possible.

Au point de vue de la composition chimique, l'exclusion du sulfate de chaux paraît due à deux causes. Ce sel, en faisant prise, augmente sensiblement de volume et fait fendre les mortiers lorsqu'il se trouve en quantité suffisante dans les ciments. D'un autre côté, la présence de quantités notables d'acide sulfurique dans les ciments indique généralement des produits dont on a cherché à ralentir la prise.

La cuisson du ciment avec des combustibles sulfureux ne peut donner naissance qu'à des sulfates de chaux, à cause de la nature essentiellement oxydante de l'atmosphère d'acide carbonique dans laquelle elle a lieu. La présence des sulfures en quantités dosables dans des ciments, décèle donc, à coup sûr, l'addition après la cuisson de matières étrangères souillées de sulfures (laitiers de hauts-fourneaux).

Pour le rapport minimum indiqué entre le poids de la silice et de l'alumine d'une part, et de la chaux d'autre part, il ressort des analyses faites sur les meilleures marques de ciment connues et correspond bien à la composition des matières premières propres à la fabrication des ciments Portland.

Les soins qu'a pris l'auteur du cahier des charges de déterminer les moyens de reconnaître le commencement de la prise des ciments ont sans doute été dictés par la pratique des chantiers. En effet, il importe beaucoup de savoir quel est le temps dont on pourra disposer pour l'emploi des mortiers après leur gâchage. C'est une amélioration aux règles allemandes qui sont muettes sur ce point quant à présent.

Les spécifications relatives aux essais des ciments à la traction sont établies avec beaucoup de soin.

Nous y relevons d'abord l'abandon des éprouvettes de 16 cm^2 de section qui étaient longues et difficiles à confectionner et exigeaient, pour leur rupture, des appareils puissants.

Les essais après courte durée sont abandonnés au grand avantage des meilleurs ciments Portland dont la solidité croît lentement, mais longtemps pour atteindre des chiffres élevés.

Les essais au mortier avec un sable nettement défini mettront bien mieux en évidence les propriétés des ciments essayés que les essais au ciment pur. Ils se rapprochent d'ailleurs davantage des conditions habituelles d'emploi des ciments Portland.

Peut-être est-il à regretter cependant que le cahier des charges n'ait pas prescrit d'essais à la compression. Ces essais, sans doute, sont plus difficiles que les essais à la traction, mais ils sont importants, car c'est surtout à la compression que les mortiers travaillent et il n'est guère possible de déduire sûrement la résistance à la compression d'éprouvettes à la traction parce que le rapport entre la résistance à la traction et celle à la compression est éminemment variable pour les différents ciments (1). Quelquefois même, les solidités à la traction sont très bonnes et les solidités à la compression médiocres c'est, en particulier le cas actuel des ciments composés de chaux et de laitiers.

(1) Voir *Nouv. Ann.*, décembre 1881.

On serait peut-être tenté de trouver trop minutieuse la description de la manière dont les éprouvettes de ciment et celles de mortier doivent être confectionnées. Mais si l'on veut bien réfléchir que le mode de gâchage, la quantité d'eau employée et la température de cette eau sont autant de moyens de faire varier, dans des limites étendues, les résultats des essais, on comprendra combien est nécessaire une définition nette et précise des moyens à employer pour la confection des éprouvettes. M. Guillain, en indiquant la manière de doser la quantité d'eau qui convient à chaque ciment pour sa transformation en une pâte ferme, a certainement amélioré sur ce point les spécifications des règles allemandes.

Pour être placés dans des conditions d'essais aussi semblables que possible, les différents ciments doivent être gâchés avec des quantités différentes d'eau pour obtenir toujours la consistance voulue de la pâte et pour obtenir le plein de leur résistance.

On comprendra que le même mode de détermination de la proportion d'eau de gâchage était inutile pour les briquettes de mortier car, dans celles-ci, la poudre de ciment ne forme que le quart des matières à humecter.

Si pour le battage des éprouvettes de mortier le cahier des charges ne va pas jusqu'à prescrire des moyens mécaniques, analogues à ceux qu'emploie M. le professeur Tetmayer (1), il n'en a pas moins indiqué avec soin les procédés à suivre pour éviter de trop grandes différences dans la confection des éprouvettes.

Les essais à quatre-vingt-quatre jours auxquels on n'avait guère recours jusqu'ici, permettront d'observer la marche ascensionnelle des résistances qui doit se produire avec des ciments de bonne qualité.

Les chiffres indiqués comme minimum des résistances à obtenir et comme augmentations de résistance qui doivent se produire entre les essais consécutifs sont plus élevés que ceux exigés précédemment. Ils seront certainement atteints par les bons fabricants et on peut les considérer comme le témoignage des progrès dès à présent réalisés dans la fabrication du ciment.

D'ailleurs le cahier des charges que nous venons de donner devra probablement être périodiquement revisé pour suivre d'aussi près que possible les progrès que peut faire encore la fabrication du ciment Portland.

L'œuvre que nous avons eu un grand plaisir à faire connaître pourra utilement servir de base à l'unification des règles pour les essais des ciments Portland en France. Le service institué par le Ministre des travaux publics voudra certainement entendre les fabricants les plus compétents et les plus forts consommateurs afin d'arriver à cette solution si désirée.

REVUE DES EXPOSITIONS

L'Exposition d'hygiène urbaine à Paris.

La Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle adressait, le 22 février dernier, au président du Conseil municipal de Paris, une lettre demandant au Conseil de lui concéder pendant deux mois, une des annexes de la caserne Lobau pour y établir une exposition d'hygiène urbaine.

« Cette exposition, d'un caractère exclusivement scientifique et technique, disait cette demande, réunirait les plans et les modèles de constructions et d'appareils qui intéressent l'hygiène d'une grande ville en assurant la salubrité du sous-sol et des habitations privées, des maisons à bon marché, des édifices publics, écoles, lycées, casernes, prisons, hôpitaux et hospices, théâtres, salles de réunions, asiles de nuit, etc.,

Cette lettre était signée par M. le docteur Gariel, président et par MM. les docteurs Napias et A.-J. Martin, secrétaires généraux de la Société, au nom d'un comité formé de savants, de membres de l'administration, d'architectes et d'ingénieurs, etc.

Le conseil municipal accorda, à l'unanimité, son patronage à cette œuvre si intéressante et désigna cinq de ses membres pour être adjoints à la commission exécutive prise au sein du comité de patronage. Les locaux de la caserne Lobau furent mis à la disposition de la Société qui, dès lors, put inviter les industriels à prendre part à cette exposition. La tentative faite par la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle est assurément des plus intéressantes; on ne saurait qu'approuver la pensée qui l'a conduite à organiser une exposition restreinte, dans un but nettement défini, quelques années avant l'ouverture de notre future exposition du Centenaire de 1889. dans une conférence faite il y a peu de temps, M. Georges Berger dont la compétence en matière d'exposition ne saurait être discutée, exprimait cette idée que l'avenir est aux expositions restreintes; cela ne saurait faire doute pour quiconque a fait partie, à quelque titre que ce soit, de l'organisation d'une exposition universelle; la difficulté d'établir une classification précise de tous les produits, l'indécision des exposants à se faire inscrire dans telle ou telle classe, la variété et l'encombrement des expositions particulières sont autant de sujets d'inquiétude pour les organisateurs et le public véritablement technique; aussi applaudissons-nous à l'exposition de la caserne Lobau telle qu'elle est comprise, *restreinte*, *technique* et *sans aucune récompense à décerner*. Ce dernier point a dû compter pour beaucoup dans l'empressement des industriels sérieux à se rendre à l'invitation de la Société; ils n'auront pas ainsi la crainte de se voir décerner, pour un même produit, des récompenses très dissemblables selon que celui-ci aura été apprécié par un jury d'hygiénistes ou par un jury de constructeurs, architectes ou ingénieurs, comme cela s'est déjà produit.

Les étrangers ont déjà eu la pensée d'organiser des expositions d'hygiène; la première, dont la réussite fut brillante, eut lieu à Bruxelles; en 1879, à Londres, en 1882, à Genève et en 1883 à Berlin, eurent lieu des expositions d'hygiène d'importance différente; la dernière fut celle de Londres, en 1884.

Cette exposition internationale d'hygiène et d'éducation eut un caractère pratique plus franchement accentué que les précédentes; les conditions essentielles de l'hygiène et de la salubrité se présentaient au public avec des solutions très accessibles; la participation française y fut honorable; mais il n'est que justice de rappeler qu'elle ne fut assurée que grâce au concours dévoué et à l'activité du commissaire général français, le docteur A.-J. Martin que nous retrouvons à la tête de l'organisation de l'exposition de la caserne Lobau. Avons-nous fait, en France, de réels progrès dans l'amélioration des conditions d'hygiène et de la salubrité nécessaires à la vie humaine?

Certes, la science médicale, grâce aux récentes découvertes de M. Pasteur, a beaucoup progressé, cela est au-dessus de toute contestation; les appareils servant à la désinfection des objets de literie et d'habillement ont été perfectionnés et ont déjà rendu de nombreux services. Grâce aux étuves à désinfection, il est permis de prévoir à brève échéance, la suppression aux frontières des quarantaines vexatoires et inutiles; enfin l'ensemble des mesures déjà prises par les municipalités pour rendre inoffensifs les égouts et nettoyer les voies publiques a déjà produit des résultats fort efficaces.

Mais il est une branche de notre industrie dans laquelle nous sommes encore assez arriérés et inférieurs dans l'ensemble à nos concurents d'outre-Manche, c'est celle de la Plomberie. L'exposition de la caserne Lobau atteste, de la part de nos entrepreneurs français, de sérieux efforts et des progrès très sensibles, même sur la plomberie sanitaire anglaise. L'élan est donné et il est hors de doute que d'ici peu nous ne puissions, grâce à notre industrie si vivace et si fertile, créer nous-mêmes, les types nécessaires aux différents appareils hygiéniques, nous avons l'espérance que dans une prochaine exposition tous nos plombiers, et non plus quelques-uns d'entre eux, soumettront au public des appareils complètement français, capables de lutter avec avantage avec ceux de leurs concurrents étrangers; l'exposition actuelle nous en donne la promesse.

Nous ne voulons pas nous étendre davantage dans ce premier article préliminaire sur les détails de l'exposition, l'accueil empressé qu'elle a reçu du public montre combien la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle a été heureusement inspirée, nous nous proposons d'étudier avec soin différentes parties de l'exposition, en commençant par les étuves à désinfection.

Oct. Courtois-Suffit,
Architecte diplômé par le Gouvernement.

(1) Voir *Nouv. Ann.*, novembre 1884.

Le gérant : Ch. Béranger,
ingénieur civil des mines
15, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, Impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4

New Annals of CONSTRUCTION.

Bureaux de Direction et de Rédaction : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

TOUS LES JOURS de 4 h. à 6 h.

Neue Annalen der BAUKUNST.

ABONNEMENTS ET ANNONCES : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

15 fr. par an pour Paris.
18 fr. Départements.
20 fr. Union postale.

Nouvelles Annales de la CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — No 379 — Juillet 1886

PL. 31, 32-33 et 34.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Exposition d'hygiène urbaine. — Les étuves à désinfection.

PL. 31.

Les hygiénistes admettent aujourd'hui que les moyens les plus efficaces pour empêcher la propagation des affections transmissibles sont : 1° l'information officielle des cas de maladie et de décès; 2° la vaccination; 3° l'isolement; 4° la désinfection. C'est-à-dire qu'ils estiment qu'il est tout d'abord nécessaire, pour les administrations responsables de la santé publique, d'être immédiatement informées de l'existence du danger; les mesures à prendre, aussitôt cette information obtenue, consistent dans la vaccination, s'il s'agit d'une maladie dont le vaccin est connu; puis dans l'isolement du malade, soit à domicile, soit à l'hôpital et dans les limites compatibles avec les soins qui lui doivent être prodigués; et enfin il faut désinfecter, autant que possible, c'est-à-dire détruire toutes les causes de transmissions. Le sens de cette dernière expression s'est notablement élargi dans ces dernières années ; « il n'est plus seulement question de détruire, à l'aide de substances chimiques, les mauvaises odeurs ; il s'agit aujourd'hui de neutraliser les principes morbifiques : virus, germes, miasmes, ou de décomposer les particules fétides et le gaz qui se dégagent des matières en putréfaction. » (Vallin.)

Quelle que soit la théorie que l'on se fasse sur le mode de transmission des diverses affections transmissibles, que celles-ci soient contagieuses ou infectieuses, il est un fait absolument certain, c'est que les objets salis par le malade renferment de nombreuses causes de transmission. Or, si la chimie fournit des matières capables de détruire tous les germes et virus aujourd'hui connus, il importe aussi, pour les administrations publiques, d'être en possession des procédés de désinfection capables, s'il est possible, d'obtenir cette destruction sans détérioration notable des objets soumis à la désinfection. Lorsque des administrations procèdent à la désinfection des cargaisons de navires, d'ameublement d'une chambre de malade, etc., elles sont en quelque sorte responsables des dommages que cette opération sanitaire, quelque nécessaire qu'elle soit, peut causer, et elles s'exposeraient souvent à des demandes reconventionnelles très onéreuses, si elles se servaient de procédés exerçant une action trop destructive.

Or, il ne faut pas songer, en pareil cas, à l'emploi de composés chimiques, dont l'effet n'est réellement efficace qu'à des doses entraînant l'altération des objets traités; on ne peut songer non plus à l'emploi du feu, surtout si l'on parvient à un résultat aussi efficace à l'aide de procédés moins violents, moins brutaux, pour ainsi dire. Il y a déjà longtemps qu'on a pensé à renfermer les objets à désinfecter dans des boîtes métalliques dont la température intérieure pourrait être suffisante pour détruire tous les micro-organismes pathogènes. De là est sortie l'idée des étuves à désinfection. On y a d'abord employé l'air chaud, puis l'air humide, et la vapeur avec ou sans pression, suivant les cas. Le problème à résoudre est celui-ci : obtenir dans tous les points sans exception d'un objet à désinfecter, et quel que soit cet objet, une température suffisante pour détruire tous les microbes spécifiques des affections transmissibles; faire que cette opération s'effectue dans un temps très court, à une température assez modérée, sous une pression assez faible et dans des circonstances de sécurité assez grandes, pour que les objets soient réellement désinfectés sans être sensiblement détériorés.

De nombreux systèmes ont été proposés, à cet effet ; il en existe une vingtaine en Allemagne, autant en Angleterre et une dizaine en France, dont plusieurs sont installés à l'exposition d'hygiène urbaine. La solution est complexe et elle exige des précautions multiples, qu'il est assez difficile de remplir dans la pratique. On éprouve, en effet, une très grande peine à faire pénétrer la chaleur sèche ou humide dans les profondeurs d'un matelas, d'un paquet de linges ou de vêtements pour y détruire les germes morbides ; il n'est pas moins difficile d'obtenir une dessiccation rapide d'un matelas humide, pour le rendre à son usage ordinaire. Or, toutes les recherches scientifiques entreprises jusqu'ici montrent : 1° qu'avec de l'air chaud la désinfection exige un temps très long, et demande une température si élevée que tous les tissus sont profondément détériorés; 2° la durée de l'opération devient un peu moindre avec la vapeur sans pression, mais outre que ce procédé est imparfait comme désinfection, il produit encore des altérations notables ; 3° l'emploi de la vapeur sous pression permet seule une désinfection rapide, efficace, sans que les objets soient sensiblement abîmés par l'opération. Le chauffage indépendant des parois présente aussi de sérieux avantages, et les résultats obtenus sont rendus plus sûrs lorsqu'on peut faire varier la pression dans la chambre d'épuration ; enfin les étuves doivent être munies de portes d'entrée et de sortie afin que les objets désinfectés puissent être aussitôt éloignés de ceux non encore traités.

Telles sont les conditions que remplissent les étuves à désinfection construites par la maison Geneste et Herscher, de Paris. A la fin de l'année dernière, une commission, composée de MM. les docteurs Brouardel, Proust, Grancher et Gariel, fut nommée par l'administration supérieure pour expérimenter ces étuves ; après trois mois d'essais poursuivis dans les ateliers de cette maison, avec expériences complémentaires pratiquées dans le laboratoire de M. Pasteur, la commission proposa au comité consultatif d'hygiène publique de France la conclusion suivante, adoptée à l'unanimité par le comité après discussion : « L'étuve à vapeur humide sous pression de MM. Geneste et Herscher est un instrument de désinfection excellent et il suffit d'élever dans cette étuve la température à + 106° C., ce qui est facile, pour tuer sûrement, même au sein d'un matelas, tous les microbes pathogènes; elle mérite toute confiance et son usage doit être recommandé partout où il sera possible de l'installer. » Depuis que cet avis a été émis, à la date du 28 décembre 1885, le gouvernement a prescrit l'installation de ces étuves dans les îles d'Hyères et en Algérie pour le rapatriement des troupes du Tonkin, dans les lazarets et sur les transports de l'État et des grandes Compagnies de messageries maritimes. La désinfection des

effets pratiquée à bord et dans les lazarets, permettra de ne retenir les passagers valides que pendant le temps très court que nécessitent l'observation médicale et, au besoin, la désinfection.

Nous avons reproduit dans la planche 31, cette étuve, d'après le type usuel pour hôpitaux, lazarets, stations publiques de désinfection, dépôt de literie, etc.; il en est également établi sur roues, ainsi que des types spéciaux pour navires, la disposition générale de l'appareil restant la même dans tous les cas.

En ce qui concerne l'installation dans un lazaret, ou hôpital, l'étuve doit être placée dans un local clos, propre, muni de fenêtres et divisé en deux compartiments par une cloison pleine. Les dimensions dudit local doivent être d'au moins 8,50 *m* de longueur sur 5,50 *m* de largeur. Pour un service un peu actif, ces dimensions devront être augmentées; et même pour un service ordinaire, il y a commodité et avantage à disposer de 9 *m* de longueur et 6,50 *m* de largeur; une hauteur de 3 *m* suffit au point bas des fermes.

Dans la cloison divisant le local en deux compartiments, on réserve une ouverture grillagée de quelques décimètres carrés située à environ 1,40 *m* au-dessus du sol; ouverture utile pour la communication rapide des avertissements nécessaires au fonctionnement général. Dans la chambre d'entrée (ou chambre des objets à désinfecter), la porte de l'étuve sort de la cloison d'environ 0.10 *m*; cette chambre est munie d'une voie extérieure nécessaire à la manœuvre du chariot. La chambre de sortie (ou chambre des objets épurés) renferme la presque totalité du corps cylindrique de l'étuve, tous les appareils de distribution de vapeur, la chaudière et ses accessoires, ainsi que la voie supportant le chariot à sa sortie de l'étuve. Le sol du pavillon doit être bien carrelé ou cimenté, de manière à pouvoir être maintenu toujours propre et en bon état.

L'étuve proprement dite se compose d'un cylindre en tôle de 1,300 *m* de diamètre et de 2,250 *m* de longueur. Aux deux extrémités de ce cylindre sont fixées deux cornières en fonte portant une rainure circulaire dans laquelle s'encastre un anneau en caoutchouc formant joint; ces cornières portent en outre les axes des charnières des deux portes P, P (fig. 3); les dites portes roulent sur galets et sont fermées par des boulons articulés K, K, (fig. 2). Une enveloppe isolante E recouvre toute la surface extérieure du cylindre.

A l'intérieur de l'étuve se trouvent deux batteries chauffantes additionnelles S, S, dont l'une placée, en haut, empêche les condensations de se produire sur le ciel de l'appareil et de retomber en pluie sur les objets contenus dans le chariot, et dont l'autre, placée en bas, sert à sécher les objets après leur exposition à la vapeur directe.

Une voie R, traversant l'étuve de part en part, permet au chariot C de passer de la chambre d'entrée (ou chambre des objets à désinfecter) dans la chambre de sortie (ou chambre des objets épurés). Pour permettre l'ouverture des portes, les parties extérieures de cette voie sont articulées.

Le chariot, formé de fers U et de cornières cintrées, suivant les formes intérieures de l'étuve est porté par quatre galets; les parties susceptibles de toucher aux objets à désinfecter sont garnies de bois; la partie inférieure du chariot est enveloppée d'un grillage en cuivre étamé.

Une petite chaudière de 4 *m* carrés de surface de chauffe produit la vapeur nécessaire aux opérations; de cette chaudière, placée à proximité de l'étuve, part un tuyau T qui amène la vapeur jusqu'aux appareils de distribution (fig. 2). Le dit tuyau T se divise en deux branches dont l'une dessert directement la chambre d'épuration et l'autre les deux batteries chauffantes additionnelles. La branche figurée à gauche sur le dessin porte un robinet *r*, une petite bouteille de séparation d'eau condensée et de vapeur, une soupape de sûreté réglée à sept dixièmes de kilo, et un manomètre placé près de la soupape, et qui en contrôle le fonctionnement. Cette branche pénètre dans l'étuve au point N (fig. 2), et se termine par un tuyau perforé *n* (fig. 4).

La disposition extérieure de la branche de droite est symétrique à celle de gauche, avec cette différence, que la soupape est réglée à trois kilos. Cette conduite se réunit avec la batterie chauffante situé en haut et à l'intérieur de l'étuve en T' (fig. 3). L'autre extrémité de la batterie chauffante supérieure communique par deux tuyaux descendants *m m*, (fig. 4) placés à droite et à gauche contre la paroi de l'étuve, avec la batterie inférieure. Enfin l'extrémité de cette dernière est terminée par un tuyau de petit diamètre, qui sert à conduire au dehors l'eau de condensation; un robinet règle la sortie de cette eau.

Un robinet d'échappement (fig. 4), communique par le tuyau *n* avec l'intérieur de l'étuve et par un tuyau *c* avec l'atmosphère. Enfin un robinet purgeur d'air *a* (fig. 4), est mis en communication avec le bas de l'étuve par un tuyau de gros diamètre. Tous les robinets de l'appareil sont à portée de la main du conducteur.

Le robinet *r'* étant ouvert une fois pour toutes au commencement des opérations, et, la vapeur circulant dans les batteries chauffantes, on règle le robinet purgeur qui termine ces batteries et l'appareil est prêt à fonctionner. Dans ces conditions, l'opération est simple et rapide; pour des objets épais comme des matelas, 15 minutes suffisent pour la désinfection, 20 minutes pour le séchage, plus quelques minutes encore pour les manœuvres d'entrée et de sortie; il y a inconvénient à précipiter davantage l'opération. Pendant tout ce temps, le chauffage des batteries additionnelles est continu. La période de 15 minutes d'exposition à la vapeur directe est très utilement coupée par un arrêt de 30 à 60 secondes après les cinq premières minutes. Le séchage s'effectue dans l'étuve même en entrebâillant simplement la porte de sortie. L'opération de la désinfection proprement dite consiste, après avoir introduit les objets dans l'étuve et après la fermeture des portes PP, à ouvrir le robinet de vapeur *r* et à laisser les objets en contact avec de la vapeur sous pression, variant de 5 à 6 dixièmes de kilogramme.

Cette opération principale, divisée en deux temps, exige seulement 15 minutes. Au moment de l'entrée de la vapeur dans l'étuve, on purge l'air par le robinet *a*; puis, après une exposition de cinq minutes à la vapeur sous pression, on ferme le robinet *r* et on ouvre le robinet d'échappement *e*. Cette dernière manœuvre produit une détente qui a pour but, en ramenant la pression de l'intérieur de l'étuve à zéro, de détacher les bulles d'air adhérentes aux brins des tissus et de permettre à la vapeur de se mettre en contact direct avec la matière même des filaments; cette détente est très efficace dans le traitement des matelas. Lorsque la pression est descendue à zéro, on ferme le robinet *e* et on ouvre à nouveau le robinet de vapeur *r* pendant 10 minutes.

La désinfection des objets traités est alors complètement et sûrement réalisée; on n'a plus qu'à interrompre l'arrivée de la vapeur et à ouvrir l'échappement, puis à procéder au séchage, lequel a lieu sans même sortir les objets de la chambre d'épuration.

Oct. Courtois-Suffit.
Architecte diplômé par le Gouvernement.

Pavillon des sociétés coopératives de Paris (à l'Exposition du travail à Paris, 1885.)

Construit par la Société des ouvriers charpentiers de la Villette.

Pl. 32-33.

Ce pavillon, couvrant une surface de 150 *m*, est entièrement construit en bois de pitch-pin. Le plancher se trouve élevé de 1,25 *m* au-dessus au sol (fig. 1, 3 et 4). Deux escaliers ou perrons en éventail, à balustres carrés et rampants, donnent accès au pavillon; marches et balustrades sont faits de pitch-pin comme le reste de la construction. Les pans de bois œuvrés formant la clôture sont vitrés, en façades principales, et remplis de panneaux de menuiserie en façades latérales. Poteaux, sablières et traverses ont leurs angles abattus, intérieurement et extérieurement, par des chanfreins interrompus au droit des assemblages.

Le comble est composé de quatre fermes tronquées (fig. 2, 3 et 4), dont les deux principales, au milieu, portent deux autres fermes intermédiaires; et celles-ci supportent un comble hexagonal raccordé qui, lui-même, porte un dôme construit sur plan hexagonal; la silhouette de ce dôme le rattache au genre, dit « russe ».

Il semble inutile d'insister sur ce que montrent bien, d'ailleurs, les dessins de notre planche; c'est-à-dire la difficulté de tracé et de coupe de cette combinaison de fermes.

Deux autre fermes, formant fronton sur le devant et le derrière du pavillon, s'avancent, l'une et l'autre, en encorbellement (fig. 1 et 5), portées qu'elles sont sur des croix de Saint-André, et des liens ou consoles découpées. Toute la charge du comble est reportée sur quatre poteaux carrés de 20 *cm* d'équarissage.

Les combles des deux ailes (fig. 3 et 5) sont formés de pannes s'appuyant sur deux fermes tronquées. Des liens, des contres-fiches, des aisseliers et des croix de Saint-André concourent au maintien de toute la charpente (fig. 3 et 4).

Deux lanternes en bois et fer éclairent, par leur comble vitré, et ventilent, par leur faces garnies de persiennes, la partie haute du pavillon. A la base du petit dôme russe sont également disposées des persiennes. La couverture est faite en ardoises, à l'exception de celle des frontons en façades; ceux-ci sont couverts en zinc.

Une mention toute particulière est due à la confection des balustres carrés, droits ou rampants, du limon sur lequel ils reposent, et de la main courante qui les relie (fig. 6 et 7). Les robustes poteaux d'angles et de départ, accostés de consoles bien profilées à la main, sont d'une exécution soignée, malgré les difficultés de coupe et d'ajustement. L'emmarchement (fig. 2) bien développé, eût gagné, en aspect et en commodité, à être tracé suivant des courbes, et non par pans coupés.

E. R.

Reprise en sous-œuvre d'une écluse en cours de navigation.

Pl. 34.

La partie supérieure du canal Saint-Martin, à Paris, est établie sur les marnes de gypse. Ce terrain, dans quelques-unes de ses parties, est attaqué et entraîné sous forme de boue liquide par les infiltrations d'eau pluviales. Ces éboulements sont particulièrement dangereux pour les ouvrages en maçonnerie fondés sur les endroits où ils se produisent.

Dans les écluses du canal Saint-Martin, le radier a 1,50 *m* d'épaisseur et les bajoyers 2,80 *m*; la largeur entre bajoyers est de 7 *m* et la hauteur de 6 *m*. Le poids du radier et de l'eau qui le charge, l'écluse étant pleine, est tel que si la fondation du radier venait à manquer, l'effort transmis aux bajoyers dépasserait 1,5 *kg* par centimètre carré. Il s'agit d'écluses construites en mortier de chaux assez médiocre; il est donc absolument certain que si l'une d'elles est affouillée transversalement, de part en part, son radier s'affaissera en se séparant des bajoyers.

Cet accident est arrivé deux fois à une échelle de deux écluses consécutives du canal Saint-Martin; l'affouillement était situé vers l'aval du sas amont et mesurait une largeur de 15 à 20 *m* dans le sens de l'écluse.

La première avarie a été réparée pendant un chômage qui a duré trois mois; la restauration a coûté 53 000 *fr* et a consisté à démolir les maçonneries, à déblayer les terres désagrégées et à bloquer la fouille en maçonnerie neuve. C'était en 1858.

En 1884, il se produisit un affaissement des terre-pleins des deux rives; une exploration fit reconnaître qu'à l'amont de la réparation de 1858, le radier s'était séparé des bajoyers sur environ 20 *m* à la rive gauche et 15 *m* à la rive droite.

Pour réparer l'écluse, le programme suivant a été arrêté par M. L. Le Chatelier, ingénieur des ponts et chaussées.

Refaire en sous-œuvre des fondations nouvelles descendues au-dessous du gypse. Éliminer les causes d'infiltration. Profiter du chômage normal, qui dure ordinairement quinze jours et maintenir l'écluse en navigation, sauf interruptions aussi rares et aussi courtes que possible.

On commença par ouvrir sur le terre-plein, rive gauche, dans toute l'étendue affaissée, soit sur 20 *m* de longueur, une fouille soigneusement blindée et descendue au niveau du dessous du radier. L'eau y arrivait en très grande quantité par les deux fissures du bajoyer indiquées fig 1, pl. 34, et par-dessous le radier. On appliqua sur la fissure supérieure, dans le sas, une bande de toile goudronnée dont les deux bords étaient incrustés et fixés au ciment dans le parement et on reçut les infiltrations qui persistaient dans une gouttière conduite à un égout.

Le débit de la fissure inférieure fut envoyé de même au puisard d'épuisement; mais on reconnut l'impossibilité de pénétrer sous les bajoyers sans supprimer les infiltrations qui prenaient jour sous le radier.

L'exploration du radier n'y avait pas fait voir de fissures nettes; il était néanmoins vraisemblable qu'il était brisé en tous sens, n'ayant pas une épaisseur suffisante pour porter sur des appuis disséminés.

Un étanchement général fut tenté; on disposait d'une hauteur variable du pied du bajoyer à l'axe du sas de 0,20 à 0,45 *m*. Cette hauteur disponible permit d'étendre sur le radier une couche d'argile corroyée recouverte d'un plancher rainé et chargé de rails. Tous les points d'infiltration furent ainsi tamponnés grâce à la plasticité de l'argile.

Une fois débarrassé des eaux, on attaqua la reprise en sous-œuvre du bajoyer rive gauche. Les fissures peu ouvertes dans le sas bâillaient de 0,03 à 0,10 *m* sur la face apparente dans la fouille et se présentaient comme il est indiqué figure ci-dessous. L'ouverture, faible aux extrémités, était grande au milieu; entre les deux fissures longitudinales, se trouvaient deux cassures verticales fermées en haut et bâillant légèrement en bas.



De cet aspect découlait une présomption d'arc-boutement des fragments et l'on n'a pas osé procéder à leur démolition en grand.

Entre A et M (fig. ci-dessus), on a poussé sous le bajoyer et à 1,50 *m* sous le radier, dans les terres détrempées, une galerie boisée et masquée au bout par un bouclier en maçonnerie. Dans cette galerie, on a monté, pour tenir les maçonneries qui en forment le toit, deux chevalets C (fig. 1, pl. 34) formés de pièces de chêne de 0,40 *m* d'équarrissage. Entre eux, on a foncé un puits carré D (fig. 3) de 1,50 *m* de côté, jusqu'au calcaire qui a été rencontré à 6 *m* sous les fondations de l'écluse et à 3 *m* sous le sol de la galerie. Le puits a été bloqué en maçonnerie, on a pris sur cette maçonnerie les points d'appui de chandelles qui ont permis de supprimer les chevalets et on a maçonné la galerie en retirant successivement le boisage. Trois autres puits E, F, G ont été également foncés et maçonnés.

On a ensuite déblayé l'intervalle des massifs surmontant deux puits consécutifs (fig. 2), à 1,75 *m* sous les anciennes fondations et on a bloqué la fouille en arc de décharge jeté d'un massif à l'autre. Les fragments AH et AI (croquis ci-dessus) reposant sur les fondations nouvelles, il ne restait plus qu'à faire porter sur ces fragments les maçonneries restées intactes au-dessus de la fissure supérieure KLMN. On l'a fait en pratiquant des vides dans l'épaisseur du bajoyer et en les maçonnant consécutivement dans l'ordre des numéros 5, 6, 7, 8 de la fig. 2. On a pu pousser ce travail à 1,80 *m* de profondeur, soit jusqu'à 1 *m* du parement de l'écluse. Il ne restait plus, pour reconstituer complètement le bajoyer, qu'à faire disparaître la fissure verticale A (croquis ci-dessus), ce qui a été obtenu en démolissant et reconstruisant sur une portion de l'épaisseur du bajoyer. Le même travail, nos 9 et 10 (fig. 2), a été fait aux deux extrémités des fissures longitudinales.

Ces opérations n'ont exigé que deux interruptions de la navigation, l'une de trois jours pour étancher les fissures dans le sas, l'autre de deux jours pour compléter et refaire sur quelques points ce travail.

On a appliqué le même procédé à l'exploration et à la reconstruction du radier et du bajoyer rive droite (fig. 3, pl. 34). On a pu aller jusqu'au bout de ce programme et fonder sur le calcaire, dans l'ordre de leur numérotage, les puits alignés sous l'axe de l'écluse (1, 2, 3 et 6) et sous le bajoyer de droite (4, 5 et 7). Le déblai a partout été poussé jusqu'au terrain compacte et on a bloqué tous les évidements en ménageant dans le massif de maçonnerie des arcs de décharge exécutés dans l'ordre suivant, 2-3, 4-5, 5-3, 3-6, 7-6 et 1-6.

Les boisages, les épuisements et le service du chantier ont présenté des difficultés exceptionnelles, mais il n'est survenu qu'un incident notable. Une insuffisance de boisage à l'avancement de la galerie des puits 1, 6, 3, 2 provoqua un agrandissement et un allongement de la fissure et un envahissement du chantier par l'eau du sas. On en fut quitte pour mettre le sas à sec et pour prolonger d'une dizaine de mètres vers l'amont le revêtement plastique et imperméable du radier.

Les travaux de reprise en sous-œuvre ont été attaqués le 3 janvier 1885, ils ont été terminés en juin de la même année.

Après l'achèvement des reprises, il n'existait plus d'infiltrations prenant jour dans la fouille, au-dessous du radier; on put capter toutes celles qui subsistaient et les envoyer à

l'égout. Cela fait, on combla la fouille et on attendit le chômage d'août 1885.

Pendant ce chômage, qui dura vingt et un jours, on exécuta le revêtement de l'écluse sur toute sa longueur en démolissant et reconstruisant le radier et les bajoyers sur 0,70 et 0,80 *m* de profondeur. Dans la partie correspondant à la reprise en sous œuvre du bajoyer rive gauche, on relia les nouvelles maçonneries à celles faites pendant le travail en sous-œuvre, et on reconstruisit intégralement, par reprises consécutives, le bajoyer rive droite entre sa fissure inférieure et sa fissure supérieure, l'une et l'autre beaucoup moins importantes que celles de la rive opposée.

Le décompte des travaux a été réglé à 90 000 *fr*. On eût certainement dépensé beaucoup moins en procédant par réfection à ciel ouvert en chômage, mais il eût fallu suspendre, au moment où elle est la plus active, et pendant plusieurs mois, une navigation qui se chiffre annuellement par 600 000 *t*.

REVUE TECHNOLOGIQUE

Ciment au laitier.

Nous avons exposé dans notre numéro de mars de cette année que les Allemands, après avoir mélangé au ciment Portland, après fabrication, des laitiers de haut-fourneau en proportions toujours croissantes, produisent maintenant de toutes pièces et sans cuisson des mélanges intimes de chaux grasse et de matières riches en silice soluble que l'on dénomme « ciments à la pouzzolane. »

Nous trouvons aujourd'hui dans la *Schweizerische Bauzeitung*, avril 1886, une étude de M. le professeur L. Tetmayer de Zürich sur le ciment au laitier. Nous nous proposons de présenter l'analyse de cet important travail.

Le ciment au laitier est une variété de ciment à la pouzzolane. C'est un mélange très intime de laitier de haut-fourneau granulé dans l'eau, convenablement séché et finement moulu avec de la chaux vive éteinte à sec et réduite en poudre.

Les propriétés du laitier varient avec la nature du minerai, du combustible et des fondants et avec l'allure du haut fourneau. On divise généralement les laitiers en laitiers acides, neutres ou basiques. Le laitier basique granulé sous forme de sable donne aux mortiers des propriétés hydrauliques.

Déjà depuis longtemps en gâchant ce sable de laitier avec de la chaux en pâte ou avec de la chaux éteinte en poudre, en comprimant ou frappant le mortier ainsi obtenu dans des moules appropriés, on fabrique des briques pour les constructions à l'air ou sous l'eau; on produit des blocs moulés pour encadrement de baies, des dalles, des tuiles et divers autres objets. Mais la possibilité d'obtenir un ciment avec cette même matière vient donner à ce résidu encombrant une importance considérable.

A l'exposition de Zürich, figurait du ciment au laitier fabriqué industriellement. M. Tetmayer eut occasion de constater sur le laitier de l'usine de Choindez (près de Delémont, Jura) l'avantage qu'il y a à le granuler dans l'eau. Depuis cette époque, des essais répétés sur la capacité pour la chaux des farines de laitiers obtenues avec des laitiers granulés et non granulés ont confirmé pleinement ce point. Voici, à ce sujet, le tableau des résultats de quelques essais comparatifs de résistances faits sur des éprouvettes de mortier normal de 1 de ciment et 3 de sable, conservées sous l'eau.

		MÉLANGE DE TROIS POIDS DE LAITIER ET DE					
		1 poids de chaux — Résistance par cm²		2 poids de chaux — Résistance par cm²		3 poids de chaux — Résistance par cm²	
		à la traction	à la compression	à la traction	à la compression	à la traction	à la compression
		kg	kg	kg	kg	kg	kg
28 jours	laitier granulé	31	260	32	234	28	203
	laitier non granulé	0	0	0	0	0	0
84 jours	laitier granulé	44	378	38	308	31	249
	laitier non granulé	5	0	5	0	0	0
210 j.	laitier granulé	46	441	41	327	39	268
	laitier non granulé	11	51	11	54	8	48

Il semble même que la granulation du laitier dans l'eau l'améliore d'autant plus, au point de vue de la fabrication du ciment, que le laitier coule plus chaud et qu'on active davantage le courant d'eau dans lequel on le granule.

L'usine de Choindez traite actuellement au coke le minerai en grains du Jura mêlé de 52 0/0 de son poids de castine. Le laitier basique effleuri présente approximativement la composition suivante :

Silice	26
Alumine	22
Chaux	51
Soufre	1

Auparavant, dans la même usine, la teneur en chaux ne dépassait pas 47 0/0 ; le laitier ne s'effleurissait pas. Le laitier effleuri à l'air ne convient pas mieux à la fabrication du mortier hydraulique que la farine obtenue par le broyage du laitier en morceaux. Les briquettes d'épreuves obtenues avec diverses proportions de chaux se sont entièrement défaites dans l'eau.

En allure normale, avec des conditions de marche uniformes, la composition du laitier varie très peu. L'auteur cite cinq analyses complètes du laitier de Choindez faites d'année en année depuis 1881 et qui démontrent cette constance de composition.

La dose de chaux que peut recevoir un laitier dépend de son degré de basicité. Quand le rapport de la chaux à la silice s'abaisse à l'unité, la matière ne vaut plus rien pour produire du ciment ni même pour fournir un mortier hydraulique. Toutes choses égales d'ailleurs, M. Tetmayer pense qu'un laitier pourra recevoir d'autant plus de chaux et donner un ciment à résistance initiale d'autant plus satisfaisante que la proportion de l'alumine à la silice sera moindre.

On a souvent signalé les inconvénients du sulfure de calcium que certains laitiers contiennent en assez forte proportion. M. Tetmayer, tout en réservant encore ce point, n'est pas disposé à admettre l'influence nuisible des sulfures sur la qualité des ciments. Il cite un laitier d'Espagne contenant 4 0/0 de sulfure de calcium, qui a fourni un ciment dont les épreuves, suivies depuis deux ans déjà, sont des plus satisfaisantes.

L'article de M. Tetmayer contient un tableau des analyses complètes de dix sortes de laitiers basiques provenant de Suisse, d'Allemagne et d'Espagne. Le rapport $\frac{Ca\,O}{Si\,O^2}$ varie de 1,01 à 1,72; le rapport $\frac{Ca\,O}{Al^2\,O^3}$ va de 0,14 à 0,82 et le rapport $\frac{Al^2O^3}{Si\,O^2}$, de 2,09 à 8,17. Le poids spécifique varie de 2,72 à 3,09; le poids du litre non tassé va de 0,890 *kg* à 1,210 *kg*. La finesse de mouture est telle que ces poudres ne laissent presque pas de refus sur le tamis de 900 mailles au centimètre carré (pas plus de 2,3 0/0), de 0,8 à 4,6 0/0 sur le tamis à 2 500 mailles et de 7 à 22 0/0 sur le tamis à 5 000 mailles.

Ces farines de laitiers ont été mélangées très intimement avec 15-20-25 et 30 0/0 de leur poids de chaux grasse en poudre, éteinte à sec depuis longtemps, dûment blutée. Le mélange a été fait à la main, puis passé au tamis. On a obtenu ainsi 40 ciments différents.

Avec ces ciments, il a été confectionné des éprouvettes de mortier normal de 1 de ciment pour 3 de sable; une partie des briquettes a été conservée à l'air et l'autre partie sous l'eau. Après 7 jours et après 28 jours, on a essayé à la traction et à la compression les éprouvettes conservées sous l'eau; celles conservées à l'air ont été éprouvées de même après 28 jours.

Sans reproduire ici tous les résultats de ces nombreux essais, nous nous bornerons à citer les numéros 7, 9 et 10 qui paraissent donner les plus grandes résistances.

Voici d'abord les analyses des trois laitiers.

	N° 7 Allemagne	N° 9 Allemagne	N° 10 Suisse
Silice	30.35	28.33	27.31
Alumine	13.68	13.81	22.40
Protoxyde de fer	0.41	1.44	1.36
Protoxyde de manganèse	0.31	0.30	traces
Chaux	48.06	46.66	47.06
Magnésie	3.27	5.41	0.42
Sulfate de chaux	0.48	traces	0.12
Sulfure de calcium	3.30	3.82	1.39
Totaux	100.01	100.00	100.06

Le tableau ci-dessous montre les degrés de finesse et les résistances en kilogrammes par centimètre carré des douze ciments obtenus avec ces trois laitiers.

Numéro d'ordre du laitier	Poids de chaux pour 100 de laitier	Refus sur TAMIS de 900 mailles	Refus sur TAMIS de 5 000 mailles	Durcissement sous l'eau 7 jours, Résistance par cm², traction	Durcissement sous l'eau 7 jours, Résistance par cm², compression	Durcissement sous l'eau 28 jours, Résistance par cm², traction	Durcissement sous l'eau 28 jours, Résistance par cm², compression	Durcissement à l'air 28 jours, Résistance par cm², traction	Durcissement à l'air 28 jours, Résistance par cm², compression
		0/0	0/0	kg	kg	kg	kg	kg	kg
7	15	1.0	9.0	5.0	40.8	19.3	130.5	9.2	48.0
	20			4.9	40.0	25.9	145.3	10.0	102.8
	25			13.8	58.1	32.4	142.2	25.3	»
	30			22.3	181.1	40.5	210.9	30.8	»
9	15	1.6	9.0	23.3	121.5	31.7	185.2	32.1	208.9
	20			21.0	121.6	30.3	179.2	32.0	205.6
	25			23.5	120.0	27.5	173.7	34.3	203.1
	30			20.8	111.2	25.1	172.7	32.1	176.3
10	15	0.8	7.0	4.2	0.0	14.4	69.6	11.1	53.9
	20			6.5	50.0	18.3	98.4	11.7	88.0
	25			8.8	39.4	21.7	95.5	15.2	91.0
	30			13.7	72.3	29.8	135.9	18.2	129.0

Ces résultats sont élevés, surtout pour les résistances à la traction. On voit que le laitier n° 9 donne des ciments de moins en moins solides à mesure qu'on augmente la proportion de chaux, tandis que le contraire arrive pour les numéros 7 et 10. A chaque laitier correspond une proportion de chaux déterminée. On voit aussi de grandes différences dans ce qu'on pourrait appeler la précocité des ciments. Parmi les autres numéros du tableau qui figure dans le travail que nous analysons, il y en a plusieurs qui, après avoir donné à 7 jours des chiffres satisfaisants, n'ont gagné que fort peu à 28 jours et se trouvent distancés par les trois que nous citons bien que ceux-ci aient montré à 7 jours des résultats moins brillants.

M. Tetmayer montre ensuite par de nombreux chiffres d'épreuve que plus le laitier est moulu finement, plus le ciment est solide. La finesse de mouture s'est montrée très active pour l'amélioration de la qualité tant dans les essais en petit que dans la pratique industrielle de l'usine de Choindez.

Mais dans l'appréciation de la finesse de mouture, on ne doit pas s'en rapporter aveuglément au chiffre du résidu sur des tamis déterminés. Bien que le procédé de mouture ne paraisse pas avoir d'influence sur la qualité du ciment, il arrive avec certains appareils, comme les tonnes à gobilles par exemple, qu'il se forme dans la masse de petits grumeaux qui restent sur les tamis. Les particules qui les composent et qui se divisent aisément sous les doigts sont tout aussi propres aux combinaisons chimiques qui se produisent au contact de la chaux que si elles avaient traversé les mailles du crible.

Quant à la chaux, il n'est nul besoin qu'elle soit hydraulique. On prend une chaux grasse bien cuite, on la régale en couche de 15 à 20 *cm* d'épaisseur, on la casse en morceaux de la grosseur du poing, on l'arrose d'eau jusqu'à ce qu'elle se réduise en poudre, puis on sépare les parties grossières sur le crible à grille. Le produit est ensuite bluté. La poudre fine ainsi obtenue doit être douce au toucher à la façon de la farine et ne doit plus montrer aucune particule grenue. La mouture du mélange de chaux et de laitier achève d'ailleurs le broyage des grains qui pourraient encore subsister. Avec ces précautions, on obtient un ciment qui conserve absolument son volume, qui mérite toute confiance et qui résiste aux épreuves les plus rigoureuses.

On conçoit d'après ce qui précède qu'il ne faut pas songer à confectionner sur les chantiers de construction le ciment au laitier.

La fabrique de ciment au laitier établie à l'usine de Choindez depuis 1880 livre un produit presque identique à lui-même comme couleur, structure et résistance. L'auteur rapproche, à ce sujet, les essais qu'il a faits sur quatre échantillons prélevés tant à la fabrique même que sur divers chantiers de consommation.

Le ciment au laitier paraît assez sensible à l'action du froid. On ne doit pas l'employer à l'air libre par la gelée. Il convient spécialement, comme les ciments à la pouzzolane en général, aux travaux hydrauliques. A l'air il perd, comme tous les ciments, une partie de son eau d'hydratation et, par suite, une partie de sa résistance. L'amélioration de la résistance avec l'âge paraît procéder pour ce ciment spécial, comme d'ailleurs pour les autres ciments, de la combinaison progressive de l'eau. Il convient donc, dans les travaux à l'air, de veiller à ce que l'ouvrage reste humide pendant la première quinzaine.

Le ciment au laitier est sujet aux fentes provenant de la dessiccation ou du gonflement. On ne peut les éviter que par des soins dans l'application et par des additions de sable appropriées. On devra tenir compte enfin dans l'emploi du ciment au laitier de sa lenteur relative à durcir, propriété qu'il partage d'ailleurs avec les autres ciments à la pouzzolane.

M. Tetmayer a inspecté en mars 1886 un grand nombre de travaux de maçonnerie exécutés en ciment au laitier ou en mortier de sable de laitier provenant de l'usine de Choindez. Il y a d'abord un groupe de huit ouvrages faits à la forge de Clus, près Balsthal, puis douze autres entrepris à la forge de Choindez, enfin trois constructions faisant partie des travaux de la correction des eaux du Jura. Nous rapporterons ici les constatations faites sur les plus intéressantes de ces applications.

A la forge de Clus, on a construit, dans le premier semestre de 1884, 110 *m* de longueur de mur de quai dont le croquis ci-dessous montre le profil transversal. Ce mur a été fait en béton comprimé de ciment au laitier. Le béton était composé d'un volume de ciment et de 5 à 6 volumes de sable et de gravier. Le ciment livré en sacs de 50 *kg* était mêlé au sable et au gravier extraits du cours d'eau même sur la rive duquel se construisait le quai et sans séparation préalable du sable et du gravier. On réglait la proportion d'eau de gâchage de façon que le béton pilonné dans la fouille fût élastique et laissât suinter un peu d'eau.

La fondation a été construite en grande partie sous l'eau ; le mur a été fait par couches de 0,60 *m* de béton comprimé. Le mur est sans enduit ni chaperon et dépourvu de moyens spéciaux d'écoulement pour les eaux du terrain. La fondation et le pied du mur de quai sont baignés par l'eau.

Les couches successives de béton sont, suivant les proportions variables de sable, plus ou moins compactes et le parement présente l'aspect d'une brèche poreuse.

Fig. 1.

On a éprouvé au pic la solidité du mur. A la couronne et au-dessus de l'eau, elle est à peu près la même partout ; on l'a trouvée plus grande au-dessous du niveau de l'eau et aux endroits que l'eau mouille de temps en temps.

A certaines places, on a employé le ciment Portland et le ciment au laitier tout près l'un de l'autre. La dureté et la résistance sous le pic ont paru sensiblement égales pour les deux bétons. Il n'y avait aucune trace de dégâts dus à la gelée. De même, on n'a pu constater aucune détérioration des faits d'un séchage rapide, du gonflement ou de l'action des intempéries.

Le puits de la turbine de l'usine a été muraillé en 1885 en béton comprimé de ciment au laitier. Le béton était composé de 1 volume de ciment, 5 volumes de sable et gravier et préparé comme le précédent.

Le puits est de section rectangulaire de 3,50 *m* sur 2,30 *m* L'épaisseur de la maçonnerie est de 0,80 *m*. La profondeur totale est de 8,0 *m* et la hauteur de la fondation est de 0,50 *m*.

La partie inférieure du muraillement, de 4 *m* environ de hauteur, a seule été faite en béton. La partie supérieure préexistait et était construite en moellon. Elle a dû être reprise en sous-œuvre pour l'agrandissement des installations. Le béton a été posé dans une fouille asséchée, mais aussitôt après l'achèvement du radier et de la fondation, on a laissé monter les eaux, de sorte qu'en fait le béton a durci sous l'eau.

Non seulement cet ouvrage est parfaitement intact et sans trace de détérioration, mais il montre, grâce à l'humidité constante des parements, la teinte caractéristique du ciment au laitier et rend sous le pic un son clair et pur. La solidité est remarquable, les morceaux de gravier sont extrêmement bien agglomérés et on ne peut les détacher du mortier qui les environne. Dans la même usine, on a exécuté, par des procédés analogues, le radier du canal de prise d'eau, la voûte du canal

de fuite de la turbine, un mur de soutènement de la fonderie, un autre puits de turbine et diverses chapes pour sols, terrasses et couvertures.

De nombreux ouvrages tels que voûtes et murs d'ateliers, ont aussi été faits à Clus avec des briques de laitier et se sont bien comportés. Plusieurs bâtiments de l'usine sont couverts en tuiles de laitier. Ces briques sont fabriquées à Choindez, à l'aide d'une presse à leviers, avec un mélange de sable de laitier et de chaux éteinte en poudre. Ce mélange reçoit une addition de pâte de chaux qui lui donne de la plasticité et il est malaxé dans un broyeur à meules verticales tournantes. On ajoute un enduit d'un mortier gras de ciment au laitier (ciment au laitier avec un peu de sable de laitier). Ce mode de fabrication n'est pas très satisfaisant ; aussi les tuiles sont-elles peu solides, d'une imperméabilité insuffisante, surtout dans les premières années, et disposées à se gercer et à se fendre. M. Tetmayer a trouvé les mêmes défauts sur quelques-unes des briques de laitier.

A la forge de Choindez, au printemps de 1881, on a construit, en béton comprimé de ciment au laitier, un réservoir d'eau de source, représenté par le croquis ci-dessous.

Le béton a été fait avec 1 volume de ciment, 2 volumes de sable de laitier et 4 à 5 volumes de gravier. On a confectionné d'abord un mortier avec le ciment et le sable de laitier, puis on a mélangé ce mortier avec 4 à 5 volumes de menus débris anguleux de pierre calcaire. La consistance du béton était celle qu'on donne habituellement aux bétons de ciment. La masse a été versée assez humide dans la fouille asséchée.

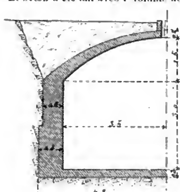


Fig. 2.

Pendant une année, le réservoir est resté en service sans enduit, le béton avait été reconnu étanche, on a néanmoins recouvert la paroi mouillée de l'enduit en mortier de ciment au laitier qui avait été primitivement prévu.

A l'aide de saignées pratiquées dans le terrassement recouvrant la voûte du réservoir, M. Tetmayer a reconnu que celle-ci formait une masse bien compacte, au son clair, de teinte verdâtre et d'une solidité très grande. Il a constaté l'absence de toute dégradation.

On a fait à Choindez, au printemps de 1881, un pont sur la Birs en béton de sable au laitier avec revêtement de brique de laitier.

Le béton se composait d'un volume de mortier et de 2,8 à 3 volumes de galets.

Pour confectionner le mortier, on mélangeait 38 pelletées de sable de laitier granulé, 2 pelletées de farine de laitier, 1 pelletée de chaux éteinte en poudre et 2 de chaux en pâte ; on malaxait le tout sous un broyeur à meules verticales de faible poids, jusqu'à ce que la masse prît un aspect homogène.

Le mortier ainsi obtenu était mêlé à trois fois son volume de cailloux avec addition d'eau ; le tout était malaxé dans un broyeur à mortier et versé assez humide dans la fouille.

L'intrados de l'arche du pont est circulaire, elle a 12 *m* entre pieds droits, 1,50 *m* de flèche. La largeur du pont est de 4,50 *m*. L'épaisseur de l'arche à la clef est de 0,60 *m* ; elle est renforcée au voisinage des culées. Au lieu de construire un coffrage pour mouler le béton et de le recouvrir ensuite d'un revêtement, on a élevé aux deux têtes de l'arche et des pieds-droits un mur d'une brique d'épaisseur en briques de laitier et on a coulé le béton dans l'intérieur du moule ainsi formé.

Les culées ont été élevées en automne de 1880 ; l'arc n'a été fait qu'au printemps de 1881. Les culées ont été faites par tranches, l'arc a été moulé dans une journée sans reprise. Tout l'ouvrage a employé 260 m^3 de béton.

M. Tetmayer a trouvé le béton de la fondation, des culées et de l'arche parfaitement intact, sans aucune dégradation quelconque. Seuls le platelage, la corniche, etc., exécutés en mortier de laitier, présentaient des fentes et même par places quelques ruptures transversales. Sur les moulures, on voyait de petites creusures comme on en trouve sur les briques contenant des morceaux de chaux. C'est qu'à l'époque de cette construction, on n'attachait pas autant d'importance qu'on le fait aujourd'hui à l'extinction soignée, à la conservation en magasin et à l'écrasement des grains de chaux qui pouvaient rester dans la chaux éteinte employée à la préparation du mortier.

Il a été exécuté dans la même usine, avec des matériaux analogues, des perrés de berges de canaux, deux barrages de prise d'eau, diverses galeries d'écoulement, des fondations de machines à vapeur et de machines soufflantes, des fosses de fonderies. Ces constructions se sont maintenues en bon état de conservation.

De même, les briques de laitier ont servi à bâtir la fabrique de ciment, un atelier, une écurie et, dans ces derniers temps, un réfectoire, une école et des maisons d'ouvriers. Ces constructions ont bon aspect.

Les fondations sont en béton de sable de laitier ; les murs sont montés en briques de laitier. Les moulures, les encadrements des baies sont faits avec du mortier de ciment malaxé et comprimé dans des moules. Les dallages des cuisines et corridors sont en dalles de ciment au laitier. Le sol des écuries et remises est couvert d'une chape de mortier de ciment. Les couvertures sont en tuiles de laitier.

A part quelques fentes dans les enduits, moulures et couvertures, toutes ces constructions ont été trouvées en bon état. Cependant les couvertures ne sont pas suffisamment imperméables à l'eau.

Dans l'importante entreprise de la correction des eaux du Jura, on a eu recours au ciment au laitier pour quelques ouvrages.

Les fondations d'un pont-route sur l'Aar à Büren ont été faites en mars-avril 1884 avec un béton de ciment au laitier formé de 1 volume de ciment et de 6 volumes de sable et gravier.

Le ciment livré sur le chantier en sacs de 50 *kg* a été malaxé dans la proportion indiquée avec le sable et le gravier composé de galets ronds, d'abord à sec, puis avec une quantité d'eau modérée, versé dans une caisse à fond mobile et descendu dans la fouille avec les précautions ordinaires.

Les trois piles ont été ainsi fondées sous l'eau. Le cube de béton employé a été 295 m^3 pour les trois piles.

Ces fondations, habituellement noyées, ont été découvertes à l'étiage une année après leur construction et ont pu être visitées. On les a trouvées dans un état irréprochable et des plus satisfaisants.

De même, on s'est servi du ciment au laitier pour confectionner avec 2 volumes de sable et 3,5 volumes de gravier, environ 1 400 m^3 de béton nécessaire à la fondation d'un sas d'écluse sur le canal de la Zihl, près de Nidau.

Enfin, avec 1 volume de ciment au laitier, 1,5 volume de sable et 6,5 de gravier de rivière, il a été préparé 46 m^3 de béton pour la fondation d'une maison d'habitation.

Les applications rapportées par M. Tetmayer et les constatations satisfaisantes qu'il a pu faire sur la plupart d'entre elles confirment nettement les résultats de ses essais de laboratoire.

A. B.

CHRONIQUE

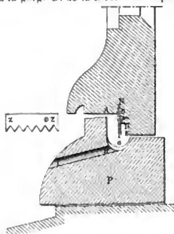
Jets-d'eau et pièces d'appuis de fenêtres.

On connaît les inconvénients produits par l'introduction de l'eau de pluie venant du dehors au dedans, sous le jet-d'eau des fenêtres ou des portes. Nous allons examiner quelques-unes des dispositions proposées par divers constructeurs.

PIÈCES D'APPUI EN BOIS.

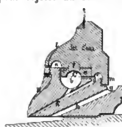
Système Julien. — (Fig. 1.) La disposition particulière du jet-d'eau indiquée par M. Julien, architecte-vérificateur, consiste en une lame dentelée en zinc ZZ, dite « arrêt-d'eau » et posée en arrière du jet-d'eau. A cet effet, une double feuillure ABCDE est pratiquée sous le jet-d'eau ; et c'est sur la face BC que se pose la dite lame, au moyen de vis à tête ronde. L'eau arrivant du dehors, poussée en A par le vent, contre la lame dentelée,

s'écoule en F divisée en gouttelettes par la dentelure et tombe à la gorge G : de là le retour du liquide se fait au dehors par le petit canal d'évacuation HI trouant la pièce d'appui P. La lame de zinc peut être juste assez haute ou large, pour s'appliquer de C en B; ou mieux encore elle peut, avec plus de hauteur, pénétrer dans une petite rainure pratiquée de B en M dans le jet-d'eau.


Fig. 1.

Il nous semble utile d'observer ici que la plus grande quantité d'eau s'introduit d'ordinaire près des montants dormants, dans l'angle d'une fenêtre ou d'une porte : c'est que la direction du vent, rarement normale à la surface du vitrage, pousse à droite ou à gauche l'eau de pluie tombant sur les vitres. Les pentes de la gorge ou canal ne devraient donc pas être dirigées vers le milieu de la fenêtre, pour y amener l'eau à une sortie unique, ainsi que cela se pratique d'ordinaire : deux orifices d'évacuation au moins seraient nécessaires, chacun à égale distance, ou à peu près, de la *gueule-de-loup* et de la *noix*, du milieu et du tableau de la baie.

Système Cornette. — Considérant qu'il est presqu'impossible d'empêcher l'introduction de l'eau, qui s'écoule à la surface du vitrage, et que le vent pousse entre le *nez* du jet-d'eau et la pièce d'appui, on a cherché le moyen le plus simple pour rejeter au dehors l'eau ainsi insufflée, M. Cornette, maître menuisier, établit la pièce d'appui et le jet-d'eau suivant le profil ci-contre (fig. 2) : une première gorge ou coupe-lame *a* serait plus efficace si le profil ponctué *lmn*, indiqué ici pour la face extérieure de la pièce d'appui, remplaçait le profil plein et laissait tomber la goutte au dehors sur le glacis ponctué; la seconde gorge pratiquée en C dans le jet-d'eau et au-dessus du canal *b* évidé dans la pièce d'appui, permet l'arrêt de l'eau poussée par le vent, et qui s'écoule alors en *k* par un branchement sur le conduit d'évacuation *dk*. Cette première précaution ne suffit pas toujours : une troisième gorge c et un second canal *d* procurent un arrêt et un écoulement aux gouttes ayant pu s'infiltrer jusque-là. Quant au canal *g* courant à l'intérieur, dans la seconde feuillure de la pièce d'appui, il recueille les eaux qui proviennent de la condensation sur les vitres, ou des infiltrations à travers les battants, à travers le mastic du vitrage; le tout s'écoulant à l'extérieur, sur le glacis de l'appui en maçonnerie, par le conduit d'évacuation *gh*.


Fig. 2.

Pour remédier au défaut de clôture que laisse subsister la réunion des battants au milieu de la pièce d'appui, deux taquets au profil ponctué *e*, *e'*, sont fixés, sur une longueur d'environ 0,11 *m*, à la pièce d'appui; et le jet-d'eau, sur cette longueur, a son profil modifié, avec une gorge *f*, afin de passer au-dessus des taquets *e*, *e'*. Les profils suivants (fig. 3 et 4), montrent, le premier, une double *noix* formant un emboîtement perfectionné, contre le vent et les infiltrations, entre le dormant et le bâti de la croisée; le second une *gueule-de-loup* à nervure *op* pratiquée dans le même but, entre les deux battants. La triple feuillure du dormant et du battant à la traverse supérieure du châssis (fig. 5) indique même recherche que pour la *noix* et la *gueule-de-loup*. Quant au *petit-bois* (fig. 6) évidé au-dessus pour former canal avec conduit d'écoulement, la pratique démontre que ces rainures et ces perforations d'un trop petit diamètre sont trop vite gorgées de poussière pour garder quelque utilité : mieux vaut laisser tout simplement couler l'eau de condensation des vitres par dessus les petits-bois jusqu'au canal praticable *g* (fig. 2) de la pièce d'appui.

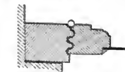

Fig. 3.


Fig. 4.

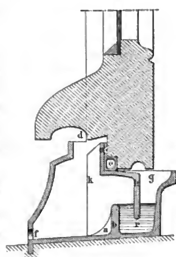

Fig. 5.

PIÈCES D'APPUI EN FONTE.

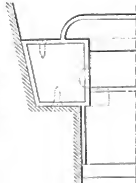
Le peu de résistance qu'offrent les pièces d'appui en bois, à l'usage et à l'humidité, les imperfections d'une main-d'œuvre assez coûteuse, ont motivé l'étude et la fabrication de pièces d'appui en fonte. Ces pièces métalliques pouvant s'adapter aux croisées déjà faites, en bois ou en fer, aussi bien qu'aux châssis neufs, sont devenues d'un emploi très fréquent.


Fig. 6.

Voici par exemple, pour les pièces d'appui, le profil proposé (fig. 7) par M. E. Michelot, ingénieur civil : Le jet-d'eau suit la forme généralement adoptée; la pièce d'appui est creuse et forme, à l'intérieur, une chambre d'amortissement pour les coups de vent. En *g* l'eau qui s'introduirait de l'extérieur, sous le jet-d'eau, — malgré le larmier *d* largement évidé et le bourrelet de caoutchouc o vissé à la dite pièce d'appui en feuillure, et pincé entre fonte et bois, — cette eau d'insufflation ou celle de condensation descendant de l'intérieur, viendrait tomber dans le canal *r*; une cloison plongeante *h* descend dans le canal dont l'eau ne s'écoule que par trop-plein à la chambre intérieure de la pièce d'appui, et de là au dehors, en *f*.


Fig. 7.

Il semble que le siphonnement obturateur en *r* ne soit pas d'une nécessité prouvée, puisque ce calfeutrement hydraulique contre le vent, n'existe plus lorsque le canal est à sec — ce qui doit arriver souvent. Ci-joint (fig. 8) le plan de l'emboîtement ménagé à chaque extrémité de la pièce en fonte pour recevoir le pied des montants du châssis dormant.


Fig. 8.

M. F. Roux, architecte, inspecteur des Bâtiments Civils, a fait exécuter, d'après ses tracés, une pièce d'appui en fonte, paraissant répondre assez complètement aux diverses conditions cherchées : à une cale H en chêne (fig. 9) — posée elle-même et calfeutrée sur la partie horizontale de l'appui en pierre, — se trouve vissée la pièce d'appui en fonte; celle-ci se compose : 1° d'une partie fixe (fig. 9, 10 et 11) évidée en canal, sous le jet-d'eau en E et à l'intérieur en F; ces deux canaux, larges et disposés en pente

vers les passages et orifices d'écoulement, I et J (fig. 10), recueillent et évacuent les eaux d'infiltration ou de condensation, l'eau de pluie et l'eau de buée intérieure.

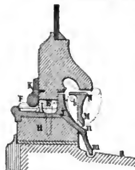


Fig. 9.

Pour protéger la sortie de ces eaux en JJ, sur le glacis extérieur de la pièce métallique, une bande ouvrante MN, tournant sur des charnières en S, S', S, (fig. 9 et 10) forme recouvrement au devant des dits orifices JJ. La mobilité de cette bande protectrice est motivée par les engorgements pouvant se produire, et les nettoyages nécessaires, à faire de temps à autre.

Le profil extérieur de la partie fixe, en *mm*, est construit de façon à résister au refoulement des eaux que le vent peut faire remonter de *a* en *mm*. Si ce profil, au lieu d'être concave, était convexe, comme cela se fait d'ordinaire, l'eau s'introduirait ainsi trop facilement entre la bande de recouvrement et la pièce

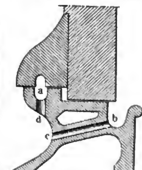


Fig. 12.

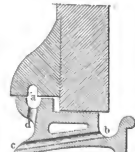


Fig. 13.

d'appui ; en K, à l'intérieur, une tringle profilée, en bois, est vissée au bas du jet-d'eau ; elle amortit les

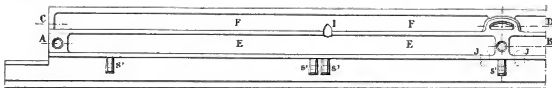


Fig. 10.



Fig. 11.

courants d'air passant entre celui-ci et la pièce d'appui.

Voici, pour terminer ce parallèle des systèmes divers, les profils (fig. 12 et 13) d'une pièce d'appui pour fenêtre et d'un *seuil* pour porte-fenêtre ; c'est le modèle Guipet, du nom du fabricant. Ces deux appareils en fonte ne diffèrent entre eux que par les proportions appropriées à l'usage de chacun. Les dites pièces sont creuses ; mais dans les épaulements réservés à l'intérieur, passent les conduits *c b* évacuant l'eau du canal intérieur, *b*.

En *a*, sous le larmier du jet-d'eau, un canal reçoit les eaux poussées par le vent, et un conduit de chute *ad* les rejette sur le versant extérieur de la pièce d'appui ; de là elles ne peuvent remonter malgré la force du vent, à cause de l'escarpement *cd* de la face extérieure. Cette forme très simple et franchement accusée offre l'avantage de la solidité et de la facilité de nettoyage.

E. Rivoalen.

JURISPRUDENCE

Salubrité ; distribution d'eau ; arrêté préfectoral ; nullité ; loi de 1850.

Tribunal correctionnel de la Seine (8e *chambre*)

13 mars 1886.

Un sieur D. est propriétaire, à Paris, d'une maison sise rue Saint-Antoine. Dans cet immeuble se trouve un puits dont l'orifice donne dans le fournil d'un boulanger, locataire de la maison ; l'eau de ce puits sert aux usages de la boulangerie, mais n'est pas à la disposition des autres habitants.

Au commencement de l'année 1885, à la suite de l'émotion produite par l'épidémie cholérique des derniers mois de 1884, l'autorité préfectorale prit certaines mesures tendant à assurer l'assainissement et la salubrité des maisons ; elle prescrivit, notamment, des distributions d'eau plus abondantes et plus générales.

C'est dans cet esprit que le 7 mai 1885 un arrêté préfectoral intervint, qui enjoignait au sieur D. de mettre l'eau du puits situé dans son immeuble, à la disposition de tous les locataires, ou tout au moins, d'y substituer pour tous une concession des eaux de la ville.

Le sieur D. ne se conforma pas à l'arrêté, et, cité pour ce fait devant le tribunal de simple police, il y fut condamné, le 23 décembre 1885, à 1 fr. d'amende, et l'exécution des travaux prescrits fut ordonnée.

D. interjeta appel de la décision du juge de paix devant le tribunal de police correctionnelle de la Seine.

Il soutenait que l'arrêté du 7 mai était nul, aucune loi n'obligeant les propriétaires à installer l'eau, dans leurs maisons, à la disposition de tous les locataires, ou, tout au moins, aucune prescription de ce genre ne pouvant être ordonnée, sans l'accomplissement préalable de toutes les formalités édictées par la loi de 1850, sur les logements insalubres.

Le tribunal a accueilli le système soutenu par M. D.

Il considère que l'obligation imposée à D. n'aurait pu l'être qu'en vertu des droits qui appartiennent à l'autorité municipale en matière de salubrité et d'assainissement ; or, dit le tribunal, s'il est vrai que l'arrêté du 7 mai n'a pu être pris qu'en vertu de ces droits, il ne devait être rendu que dans les conditions prévues et après les formalités prescrites par la loi de 1850, c'est-à-dire après l'intervention de la commission des logements insalubres statuant dans les formes déterminées, et ne rendant d'ailleurs que des décisions susceptibles d'appel devant le conseil de préfecture.

Le tribunal constate que ces formalités n'ont pas été accomplies dans l'espèce, et renvoie D. des fins de toute poursuite.

Jules Fabre,
Avocat à la cour de Paris.

Le gérant : Ch. Béranger,
ingénieur civil des mines
15, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4

New Annals of CONSTRUCTION.

Bureaux de Direction et de Rédaction : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

TOUS LES JOURS de 4 h. à 6 h.

Nouvelles Annales DE LA CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — No 380 — Août 1886

PL. 35-36, 37 et 38.

Neue Annalen der BAUKUNST.

ABONNEMENTS ET ANNONCES : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

15 fr. par an pour Paris.
18 fr. Départements.
20 fr. Union postale.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Mairie et groupe scolaire à Eaubonne (Seine-et-Oise).

M. A. MAGNE, architecte.

PL. 35-36 et 57.

ARTICLES ANTÉRIEURS. — Mairie et maison d'école, par OPPERMANN et Cie. Nouv. Ann., 1862 Pl. 9-10. — Ecole primaire de Cologne. 1872. Pl. 18. — Ecole communale de la ville de Paris, à Grenelle 1872. Pl. 41-42. — Types de mairies et de maisons d'école. 1873. Pl. 45, 46, 47 et 48. — Ecole communale et salle d'asile à Créteil. 1880. Pl. 1-2. — Groupe scolaire de Pers-Sussy (Savoie). 1880. Pl. 31. — Groupe scolaire de la rue Blanche, à Paris. 1881. Pl. 25-26. — Groupe communal de Saint-Denis. 1882. Pl. 14-15. — Ecole mixte de Jegun-Lecian et école communale de Sersses-Saves (Gers). 1883. Pl. 13-14. — Groupe scolaire à Wignehies (Nord). 1883. Pl. 33-34 et 35-36. — Ecole communale de filles à Semblançay. 1885. Pl. 9-10.

Réunir en un même groupe de bâtiments, les locaux constituant la « maison commune », une école des garçons, et une école des filles, ainsi que des logements pour l'instituteur et l'institutrice : tel est le programme imposé ordinairement à l'architecte par les besoins et les ressources d'une petite localité.

L'instituteur est souvent secrétaire de la mairie. Mais les règlements administratifs s'opposent à toute communication directe entre le logement d'un particulier et le local affecté à l'administration communale. Les logements d'instituteur et d'institutrice ont donc ici (pl. 35-36, fig. 2) leurs entrées respectives extérieures; et, de fond en comble, ils sont séparés de la mairie proprement dite par deux murs de refend sans aucune ouverture de communication.

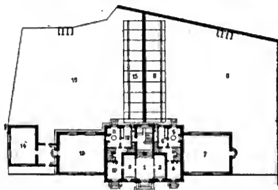
Au bâtiment principal, contenant mairie et logements, viennent s'ajouter en ailes, la classe des garçons et celle des filles. Les plans (fig. 2 et 3) ne donnent ici que le bâtiment central et l'une des classes : l'autre étant semblable et symétrique.

La mairie comprend au rez-de-chaussée (fig. 2) : un large vestibule et de chaque côté, des bureaux dont la coupe sur l'axe du bâtiment indique les clôtures en menuiserie vitrée. (pl. 37, fig. 2); puis la cage d'escalier, plus élevée de deux marches, que le dit vestibule : Un escalier en chêne à limon en crémaillère, avec rampe en fer forgé, donne accès au premier étage (pl. 35-36, fig. 3), où se trouve la *salle du conseil*, salle éclairée par trois fenêtres dont une à balcon de pierre, en façade principale. Une grande cheminée en pierre de taille, au manteau saillant, orne cette salle, d'ailleurs lambrissée de chêne tout autour, et dont le plafond est à solives apparentes, comme celui du vestibule situé au rez-de-chaussée. Cette partie publique de la mairie se trouve ainsi et sans grands frais de luxe, traitée d'une façon solide et confortable.

Le dépôt des archives et le cabinet du maire s'ouvrent sur la salle du conseil, et sont munis de grandes armoires ménagées à côté des tuyaux de fumée qui montent du rez-de-chaussée.

Le logement de l'instituteur (fig. 2 et 3) comporte en bas, un parloir ou pièce d'entrée, éclairé par la porte fenêtre en façade principale; cheminée et armoire; la cage d'un escalier montant au premier étage sert de dégagement; une descente de cave échappe sous le water-closet placé près de la cuisine; celui-ci est éclairé en façade postérieure par une barbacane. La cuisine est munie d'un fourneau de construction, avec sa hotte, et d'un évier. La salle à manger s'ouvre et s'éclaire par une porte-fenêtre sur la cour de récréation des garçons, en façade postérieure.

Au premier étage deux chambres à cheminée d'angle, et



Plan général.

LÉGENDE :

1. — Vestibule
2. — Bureau du Percepteur.
3. — Bibliothèque.
4. — Cabinet de travail de l'institutrice.
5. — Salle à manger —
6. — Cuisine. —
7. — École de filles.
8. — Préau couvert des filles.
9. — Préau découvert des filles
10. — Cabinet de travail de l'instituteur.
11. — Salle à manger —
12. — Cuisine —
13. — École de garçons.
14. — — — projetée
15. — Préau couvert des garçons.
16. — — découvert —

éclairées sur la façade postérieure, s'ouvrent sur le palier et communiquent entre elles.

Le logement de l'institutrice est symétriquement semblable à celui de l'instituteur.

Comme on en peut juger par l'examen des plans et de l'élévation postérieure (Pl. 35-36, fig. 2 et 3; pl. 37, fig. 1) les tuyaux de fumée sont ici construits de façon à ne pas trop affaiblir les murs, dans lesquels ils ne sont engagés qu'en partie; cela donne lieu à des saillies qu'indique le dessin de la façade postérieure; saillies portées sur encorbellement et linteau en pierre de taille; ledit linteau est recouvert d'une petite corniche en glacis, destinée à éloigner du parement inférieur l'égout des eaux de pluies.

Au-dessus des cabinets d'aisance, dépendant des logements d'instituteurs, se trouvent, à l'entresol, des réduits de même destination, qui s'ouvrent sur les paliers du grand escalier, et sont au service de la mairie.

Dans l'axe du bâtiment central, et perpendiculairement à sa

façade postérieure, s'élève un mur de clôture séparant la cour de récréation des garçons de celle des filles; à cheval sur ce mur un comble en charpente légère, portant sur des poteaux et sur le mur même, forme abri des deux côtés: c'est le modeste préau couvert des petites écoles.

Les lieux d'aisances et urinoirs des enfants sont placés dans chaque cour, à portée de la surveillance des maîtres, sous la vue des fenêtres de classes et de logements.

Au sous-sol du bâtiment central, sont des dépôts de bois pour la mairie et des caves pour les instituteurs; à ceux-là on accède par une descente de cave placée sous le grand escalier; à celles-ci on arrive par les descentes particulières dont il a été parlé plus haut à propos des logements.

Des greniers utilisables sont réservés à chaque logement: on y arrive par le prolongement, sous le rampant du comble, des escaliers particuliers. Quant à l'horloge, installée dans la partie du comble au-dessus de la salle du conseil, un escalier en colimaçon indiqué au plan du premier étage (fig. 3) et dont la cage cylindrique s'ouvre sur le palier du grand escalier, conduit au comble contenant ladite horloge. Au-dessus de chaque classe est encore un grenier auquel l'escalier de chaque logement peut donner un accès facile.

Le petit campanile en pierre de taille qui reçoit et surmonte le cadran de l'horloge, porte aussi, sous son arcade, la sonnerie et les cloches d'appel.

La maçonnerie en fondations est faite de meulières; celle en élévation de moellons smillés; le surplus est en briques dures; les linteaux, appuis, allèges et corbeaux de fenêtres sont en pierre de taille dure, ainsi que les cordons et l'entablement porté sur des corbeaux.

Les baies des salles de classe sont fermées par des linteaux apparents en fer à T boulonnés, avec rosaces ornementales de tôle à la tête des boulons.

Des arcs en briques ferment chaque travée d'ouvertures aux façades du bâtiment central; de cette façon les linteaux, appuis et allèges sont indépendants des gros murs; et les tassements ne peuvent occasionner la rupture de ces pièces qui se trouvent posées *en coulisse*, et non *encastrées* dans les travées d'ouvertures.

Les ancres en fer du chaînage des murs et des planchers sont apparentes au parement des murs de face. Les poinçons saillants des croupes du comble sont revêtus de plomberie décorative; une girouette termine l'un de ces poinçons ornés.

Les fermes des combles du corps principal de bâtiment et des ailes sont en fer (pl. 35-36, fig. 4, 5, 6, 7 et 8); les pannes sont en bois de chêne, assemblées à cornières sur les ailes des arbalétriers (fig. 7); de même est le faîtage (fig. 4 et 8). Les détails (fig. 5 et 6) indiquent l'assemblage des arbalétriers et des tirants ou entraits: le tout portant sur dés ou corbeaux en pierre de taille dure.

Nous terminerons cette description sommaire en donnant le montant des dépenses, après règlement.

Terrasse et maçonnerie. . . .	43 110,47 *fr*
Charpente	8 561,67
Couverture et Plomberie . . .	4 027,73
Menuiserie	9 671,98
Serrurerie	10 185,75
Peinture	3 368,42
Fumisterie et Marbrerie . . .	1 178,93
Horloge	1 500,
Pavage.	104,
Total. . .	81 708,63 *fr*

Dans cette somme ne figurent pas l'acquisition du terrain et les clôtures du dit, les honoraires de l'architecte, les dépenses pour acquisition de matériel scolaire et de mobilier de la mairie.

Avec ces chiffres la dépense totale s'est élevée à 104,000 *fr.*

E. Rivoalen.

Charpente métallique transportable.

Pl. 38.

Les progrès obtenus depuis quelques années dans l'industrie métallurgique, en permettant la fabrication économique des pièces de fer ou d'acier des formes les plus variées dans des conditions de résistance et de légèreté exceptionnelles, ont fait concevoir l'idée d'appliquer ces qualités à des constructions d'ouvrages d'art par portions divisibles et aisément transportables.

Nous avons déjà donné dans les *Annales* des exemples d'applications de ces principes à des constructions de ponts militaires en France et à l'étranger (1).

Aujourd'hui nous trouvons dans un recueil technique italien (2) un projet de charpente métallique transportable étudiée particulièrement au point de vue des services de la guerre, et dont nous allons donner quelques extraits.

L'auteur, M. Henri Rocchi, capitaine du génie, après avoir constaté l'adoption par plusieurs États de divers types de ponts métalliques qui se prêtent avec facilité et rapidité aux exigences multiples de la guerre, particulièrement dans les pays dénués de ressources, considère comme probable l'introduction dans le matériel réglementaire des armées en campagne, d'un matériel de constructions militaires portatives.

En outre de ces types de ponts militaires, le capitaine Rocchi propose l'adoption d'un système de charpente démontable qui lui paraîtrait pouvoir rendre de grands services pour le montage rapide de baraquements, d'ambulances, de magasins, de hangars, etc.

Dans cet ordre d'idées, il a calculé la résistance et la stabilité de fermes métalliques constituées par un petit nombre de panneaux en acier dont les formes réduites à leurs axes et les dimensions sont représentées pl. 38, fig. 1.

Cinq éléments ou panneaux combinés entre eux comme le montre la fig. 2 permettraient d'obtenir des portées croissantes de 3 en 3 *m* depuis 6 jusqu'à 15 *m*.

Nous ne reproduirons pas ici les calculs du capitaine Rocchi et indiquerons simplement les conditions qu'il s'est posées.

Ces charpentes divisibles doivent pouvoir supporter une charge fixe de 15 *kg* et une surcharge de 30 *kg* par mètre carré, ce qui paraît correspondre à l'action d'un vent même violent sur un comble d'une inclinaison de 28° 10' ou au poids d'une couche de neige de 10 à 15 *cm* d'épaisseur.

Les conditions d'équilibre sont telles que chaque couple de panneaux forme un système indéformable.

Les éléments sont considérés comme les voussoirs d'un arc. La forme de chacun des panneaux est déterminée par la résistance qu'il doit présenter. Sauf celui du milieu qui est un losange, ils ont la forme de trapèzes des dimensions suivantes:

	Dimensions.	Poids
Panneau A	1,447 *m* × 0,813 *m*	33 *kg*
— B	0,813 × 0,500	27
— C	0,500 × 0,500	24,50
— D	0,500 × 0,820	25,50
— E	0,820 × 1,460	30

leur longueur suivant le rampant du comble est uniformément de 1,702 *m*

L'écartement d'une ferme à l'autre a été fixé à 2,75 *m* par la considération qu'avec deux travées, soit 5,50 *m* on obtient une distance convenable pour l'installation de deux rangées de lits militaires avec un passage suffisant entre les pieds des lits.

Des cadres rectangulaires de 2,75 *m* de long et d'une hauteur correspondant à celle des panneaux entre lesquels ils sont boulonnés (fig. 3) maintiennent l'écartement des fermes auxquelles ils servent de pannes. Leur poids moyen est de 35 *kg*. Un faîtage en fer (fig. 4) réunit les panneaux supérieurs. Le poids de chaque bout de 2,75 *m* est de 11,50 *kg*.

A la partie inférieure du panneau A, fig. 5, vient se fixer un tirant constitué par une tringle d'acier de 15 *mm* de diamètre divisée en bouts de 3 *m* de longueur dont les extrémités sont filetées pour être réunies par des manchons à vis; une fourchette leur permet de s'emmancher dans le pied du cadre où ils sont maintenus par un boulon (fig. 7).

La figure 6 indique le mode d'assemblage des panneaux entre eux.

La planche 38 permet de se rendre compte des échantillons des divers aciers à T, cornières, goussets, ainsi que du boulonnage projeté par le capitaine Rocchi (fig. 8 à 12).

Quant à la couverture, elle pourrait être faite en carton bitumé, en toile imperméable ou même en lames de zinc suivant les conditions de durée probable de l'installation ou suivant le climat et les ressources du pays et la nature des

(1) Voir *Nouv. Ann.* Septembre et Novembre 1884.

(2) *Rivista di artiglieria e genio*, janvier 1886.

besoins auxquels la toiture doit satisfaire (baraque ou hôpital, magasin, etc.).

Pour supporter la toiture, l'auteur propose un système de piliers en fer laminé à section en croix (fig. 13). Leur hauteur serait de 3 *m* ou de 4 *m* suivant le cas et leur poids de 45 ou de 50 *kg* selon leur longueur. Leur base serait encastrée dans des blocs de fonte de 0,400 *m* de haut sur 0,240 *m* à la base formant fondation souterraine.

En résumé, le système proposé par le capitaine H. Rocchi paraît intéressant et étudié avec soin dans toutes ses parties, mais son adoption ne nous semble pas devoir présenter les grands avantages qu'il préconise.

La nécessité d'un ajustage extrêmement soigné et de l'identité absolue des pièces similaires pour leur réunion facile et rapide fait disparaître en grande partie l'économie résultant du bas prix actuel des aciers.

En outre la multiplicité du nombre de types, panneaux, panues, faîtage, tirants, piédroits, etc., ainsi que la nécessité du repérage de tant de pièces sont de nature, nous semble-t-il, à amener des confusions, surtout au milieu des opérations de guerre, et avec l'urgence des besoins auxquels ces constructions paraissent devoir répondre.

Que si, au contraire, ces constructions militaires doivent être élevées en dehors de la zone des opérations proprement dites, nous sommes persuadés qu'en s'adressant à l'industrie privée, l'administration de la guerre obtiendrait, à un prix beaucoup plus réduit et dans un temps très rapide, des hangars ou magasins conformes aux indications qui seraient fournies aux constructeurs.

Aug. D.

REVUE DE LA NAVIGATION

Le canal de Panama.

La demande de la Compagnie universelle du canal interocéanique de Panama, d'être autorisée à émettre des obligations à lots pour 600 millions de francs, a conduit le gouvernement français à charger un ingénieur de lui faire un rapport sur la situation des travaux du percement du canal de Panama.

M. A. Rousseau, ingénieur en chef des ponts et chaussées, conseiller d'état, ancien député, fut chargé de cette mission difficile. La haute compétence de M. Rousseau, le grand intérêt qui se rattache au canal de Panama, pour l'exécution duquel les capitaux ont été fournis presque exclusivement par l'épargne française qui suit avec une confiance absolue M. Ferdinand de Lesseps, justifient l'attention générale portée sur le rapport de M. Rousseau, dont nous donnons ci-après les conclusions.

On sait que le percement de l'isthme américain préoccupe les esprits depuis des siècles.

Charles-Quint croyait encore à l'existence d'un détroit réunissant l'océan Atlantique à l'océan Pacifique, et en 1523 il donna l'ordre de le rechercher.

Depuis la constatation de l'absence de cette communication naturelle, l'établissement d'un canal interocéanique a préoccupé beaucoup d'esprits.

L'achèvement du canal de Suez, ce grand triomphe dû au génie et à la persévérance de M. Ferdinand de Lesseps, fit revivre plusieurs anciens projets et naître un certain nombre de nouveaux projets pour le percement de l'isthme américain.

Un congrès international qui s'est tenu en 1879 sous la présidence de M. de Lesseps à Paris, se trouva en présence d'un nombre considérable de projets plus ou moins bien étudiés, ayant tous pour but l'ouverture d'une communication directe des deux océans à travers cette bande étroite qui réunit le continent nord au continent sud de l'Amérique et dont le noyau est formé par la chaîne des Cordillères.

L'avis de M. de Lesseps, qu'un canal à écluses ne devait être accepté que si l'impossibilité d'un canal à niveau était démontrée et que le canal à tunnel ne devait être adopté que si, par l'accumulation des difficultés techniques ou l'exagération des dépenses, l'impossibilité d'un canal sans tunnel était rendue évidente, fut adopté et dès lors ce fut la route de Panama, étudiée en dernier lieu par MM. Wyse et Reclus, qui l'emporta sur les autres.

Sans vouloir entrer ici dans la description du canal de Panama, en cours d'exécution, que nous nous réservons, et moins encore dans celle des projets rejetés, il sera toutefois intéressant de rapprocher dans le tableau ci-après les principaux traits des sept projets les plus appuyés, mais rejetés par le Congrès international.

DÉSIGNATION DE LA ROUTE et NOMS DES AUTEURS DES PROJETS	Longueur du canal en kilomètres	Nombre d'écluses	Longueur du tunnel en kilomètres	Dépenses de construction, y compris les intérêts pendant la construction en millions de francs	Durée de passage d'un navire par le canal, en jours
Tehuantepec — M. de Garay	240	120	»	»	12
Nicaragua. — MM. Lull et Menocal	292	17	»	770	4 1/2
San-Blas. — M. Appleton	53	1	16	1 270	1
Atrato-Napipi — M. Selfridge	290	3	4	1 000	3
Panama. — MM. Lull et Menocal	73	25	»	870	2 1/2
— MM. Wyse et Reclus	73	13	»	570	2
— — —	93	1	6	1 070	2

On sait que le projet en exécution, qui part de Colon (Aspinwall) situé dans la baie du Limon de l'océan Atlantique, et aboutit à Panama, dans l'océan Pacifique, a environ 73 kilomètres de long ; il ne comporte aucun tunnel et malgré les fortes marées de l'océan Pacifique il doit être construit sans écluse, comme canal à niveau. La tranchée atteint son maximum de profondeur, qui dans l'axe du canal est d'environ 100 mètres, à Culebra, situé à 54 kilomètres de distance de Colon. Le type normal du canal présente une largeur de 22 *m* au fond et 9 *m* de tirant d'eau.

On sait que le canal de Panama abrégera de plus de 3 000 lieues le parcours des navires allant d'un océan à l'autre ; ainsi pour aller du Havre à San-Francisco par le cap Horn, le parcours est de 6 500 lieues, il ne sera que de 3 200, par le canal de Panama.

Le tonnage prévu par le Congrès international pour le trafic qui s'établira dès la première année était de 6 millions de tonnes. Le rapprochement de ces deux chiffres explique l'importance de l'œuvre pour l'exécution de laquelle on croyait pouvoir prévoir une dépense de 600 millions de francs.

L'expérience acquise a conduit à reconnaître l'insuffisance de cette prévision de dépenses.

Le rapport de M. Rousseau, dont nous donnons les conclusions, montre quel est l'avis de cet ingénieur sur les points les plus importants de la question qui a été portée devant les Chambres.

Voici le texte des conclusions du rapport de M. Rousseau sur le canal de Panama :

« En résumé, j'estime que le percement de l'isthme de Panama est une œuvre possible, et qu'elle est engagée aujourd'hui à un point où on ne saurait l'abandonner.

« Cet abandon, en effet, serait un véritable désastre, non seulement pour les actionnaires de la Compagnie, qui sont presque tous Français, mais pour l'influence française elle-même dans toute l'Amérique.

« Il ne paraît pas douteux que, si l'affaire sombrait entre les mains de la Compagnie française, elle serait immédiatement reprise par une Compagnie étrangère désireuse de ne pas laisser perdre les fruits des énormes sacrifices déjà faits et des résultats obtenus.

« La Compagnie de Panama, par le nom et le passé des hommes qui la dirigent, par les collaborateurs éminents dont elle s'entoure, par le caractère grandiose et en quelque sorte humanitaire de l'œuvre qu'elle poursuit, par les efforts sérieux qu'elle a déjà faits et qu'elle fait encore pour mener cette œuvre à bien, mérite d'ailleurs la bienveillance particulière des pouvoirs publics.

« Par tous ces motifs, je suis d'avis que le gouvernement, non seulement doit éviter avec soin de lui créer des entraves dans l'accomplissement de son œuvre, mais qu'il doit même l'aider dans la mesure que comporte sa situation vis-à-vis d'elle.

« Mais il est nécessaire de bien définir cette mesure afin de ne pas engager imprudemment la responsabilité de l'État.

« Le gouvernement peut et doit, suivant moi, user des moyens administratifs et diplomatiques dont il dispose pour soutenir une grande entreprise française qui poursuit un but éminemment utile et qui est dirigée par des hommes dignes de respect.

« Mais comme l'approbation des projets et des marchés lui

échappe complètement, aussi bien que la direction des travaux, comme l'entreprise présente, d'ailleurs, de sérieux aléas, il ne doit donner à la Compagnie ni conseils ni garantie quelconque.

« Tout ce qu'il doit faire, c'est de s'assurer que la Compagnie poursuit sérieusement son œuvre, qu'elle ne ferme point les yeux à ces difficultés, qu'elle cherche consciencieusement à les résoudre, qu'elle s'éclaire pour cela des lumières des hommes considérables par leur science et leur autorité morale qui forment ses conseils, qu'elle soumette, en un mot, à une instruction sévère toutes les mesures qu'elle est appelée à prendre.

« Cela me paraît d'autant plus indispensable dans le cas actuel que si je considère, ainsi que je l'ai dit plus haut, le percement du canal de Panama comme possible, je n'ai pas dissimulé dans le cours du présent rapport que son achèvement, avec les ressources prévues et dans les délais annoncés, me paraît plus que problématique, à moins que la Compagnie ne se décide à apporter dans ses projets des réductions et des simplifications importantes.

« Le gouvernement n'a point à indiquer à la Compagnie quelles pourraient être ces simplifications.

« Mais il lui appartient, avant de statuer sur la demande d'emprunt dont il est saisi, de réclamer à cet égard les justifications les plus approfondies.

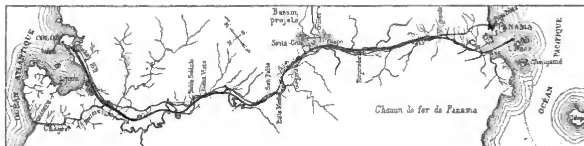
« En conséquence, j'estime qu'avant d'engager devant les Chambres la discussion de cette demande d'emprunt, le gouvernement doit inviter la Compagnie de Panama à prendre l'avis de sa commission consultative supérieure sur les deux questions suivantes :

« 1° La réalisation du programme que la Compagnie s'est tracé ne soulève-t-elle pas, au point de vue technique, des difficultés presque insurmontables ? Peut-on espérer sérieusement que ce programme sera réalisé dans les conditions que l'on annonce au public en l'invitant à souscrire l'emprunt ?

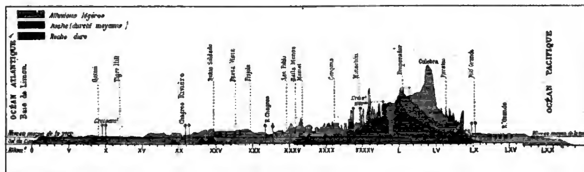
« 2° Ne serait-il pas possible, au point de vue technique, d'apporter au projet des changements et des simplifications qui faciliteraient l'achèvement de l'œuvre ?

« La Compagnie devrait naturellement soumettre à sa commission consultative, comme élément essentiel de ses délibérations, les avis de MM. Jacquet et Boyer, de manière que toutes les responsabilités soient nettement dégagées dans cette grave affaire.

« Les procès-verbaux des délibérations de la commission



Tracé du canal de Panama.



Profil en long du canal. — Échelle des hauteurs : 1/4 000. Échelle des longueurs : 1/400.000.

consultative, ainsi que les rapports annexes seraient transmis au gouvernement qui apprécierait s'il y trouve une base suffisamment solide pour engager la discussion devant les Chambres.

« Veuillez agréer, monsieur le ministre, l'assurance de mon respectueux dévouement.

« Signé : Rousseau. »

La commission parlementaire, qui avait été nommée pour présenter à la chambre des députés son rapport sur la demande de la Compagnie du canal de Panama, était composée de onze membres. La majorité de cette commission s'étant montrée peu favorable à l'autorisation de l'emprunt à lots, proposé par M. de Lesseps, celui-ci fit approuver par la Compagnie de Panama le retrait de sa demande soumise aux Chambres. C'est par une souscription publique sur un nouvel emprunt, fait sous une forme qui dispense la Compagnie d'une autorisation spéciale, que M. de Lesseps va remplacer l'emprunt à lots et qu'il compte s'assurer les capitaux nécessaires pour les travaux du canal de Panama.

Dans la lettre adressée le 9 juillet 1886 aux actionnaires de la Compagnie du canal de Panama, M. de Lesseps s'attache à faire ressortir l'analogie entre le canal de Suez et le canal de Panama.

Sans discuter le fond de la question, il y a lieu de constater que cette analogie existe beaucoup plus au point de vue du but qui doit être atteint, qu'au point de vue des conditions d'exécution de ces deux grandes entreprises.

E. P.

Étude sur le mode de navigation à appliquer entre Lyon et Marseille.

Conformément aux prescriptions d'une décision ministérielle du 2 février 1881, M. Jacquet, inspecteur général des ponts et chaussées, a fait, sur le Rhône, des expériences ayant pour objet de reconnaître la possibilité d'appliquer le touage à la navigation de ce fleuve. Ces expériences l'ont conduit à formuler un programme de matériel spécial à employer entre Marseille et Lyon en vue d'établir la continuité des transports par eau sur tout le territoire français, et de faire entrer régulièrement le Rhône dans notre réseau de navigation intérieure.

Nous extrayons, du mémoire de M. Jacquet, publié dans les *Annales* des ponts et chaussées (1), les traits principaux de son projet :

L'instrument type de transport à adopter serait le bateau de canal, dit péniche flamande, portant environ 300 tonnes à charge complète en vue duquel sont aménagés les canaux.

Ce bateau, qui exige une profondeur d'eau de 2 *m*, ne peut naviguer par lui-même, sur le Rhône, que de Arles à la Tour-Saint-Louis ; aussi le service des transports serait organisé comme suit :

A la remonte, de Marseille à Lyon :

La péniche, chargée dans les ports de Marseille, serait reçue dans un bateau-écluse de mer qui la transporterait, en trois ou quatre heures, à la Tour-Saint-Louis. Remise à flot, la péniche serait remorquée jusqu'à Arles, comme le sont aujourd'hui les chalands de la Compagnie générale de navigation.

A Arles, on recevrait la péniche dans une coque-écluse de rivière disposée de manière à ne prendre, avec pleine charge, qu'un mètre de tirant d'eau. Deux coques-écluses en convoi seraient remorquées par un toueur prenant appui sur une chaîne noyée.

Arrivée à Lyon, la péniche, remise à flot, poursuivrait son voyage sur la Saône et les canaux.

Les manœuvres inverses se reproduiraient pour la descente de Lyon à Marseille.

Actuellement, les transports entre la Tour-Saint-Louis et Marseille se font au moyen de chalands remorqués, ce qui exige une mer calme et devient impraticable par des temps qui seraient encore très bons pour des navires à vapeur ou des voiliers. Il en résulte que le nombre des jours d'interruption est considérable. On ne peut songer à faire les transports entre Saint-Louis et Marseille au moyen de bateaux à vapeur porteurs, dont le prix est très élevé, et qui immobiliseraient un capital important durant le temps du chargement et du déchargement, temps qui devient relativement long lorsqu'il s'agit, comme ici, d'une traversée très courte.

Aussi, d'après M. Jacquet, si l'on se place au point de vue spécial de la péniche à amener à Marseille, la seule solution possible est celle du bateau-écluse de mer. Comme il a été dit plus haut, entre la Tour-Saint-Louis et Arles, la navigation ne présente aucune difficulté et la péniche peut être remorquée. Mais il n'en est pas de même entre Arles et Lyon. La péniche flamande, indépendamment du tirant d'eau de 2 *m* qu'elle exige et que ne peut lui donner le Rhône, n'a aucune des qualités nautiques requises pour marcher dans un courant rapide. Sa remonte contre le courant exigerait des dépenses considérables. A raison de cette difficulté spéciale, inhérente à ses formes, on ne saurait songer à la faire circuler sur le Rhône en la ramenant au tirant d'eau du fleuve à l'aide de flotteurs allèges. Si l'on veut conduire la péniche flamande à Marseille, l'emploi du bateau-écluse devient nécessaire. On donnerait à ce bateau-écluse, qui serait remorqué, les formes qui conviennent à la navigation du Rhône et le tirant d'eau que comporte le fleuve.

Pour assurer une navigation parfaite échappant aux difficultés et aux irrégularités que pourraient causer les basses eaux, le matériel ne doit pas avoir plus de 1 *m* de tirant d'eau ; on réaliserait cette condition, ainsi que celle relative aux formes, en adoptant une coque-écluse d'une largeur de 8,50 à 9 *m* et de 55 à 60 *m* de longueur.

L'emploi des bateaux-écluses évite deux transbordements, l'un à Lyon et l'autre à la Tour-Saint-Louis. Il est difficile, dit M. Jacquet, de supposer que les frais de transbordement d'une tonne descendent au-dessous de 0,80 *fr*, soit de 1,60 *fr* par tonne pour les deux transbordements.

(1) Voir *Annales* des ponts et chaussées, avril 1885.

La péniche flamande portant 300 tonnes, peut naviguer à pleine charge à la remonte, mais on ne doit pas supposer qu'elle prenne plus de 150 tonnes à la descente. Ce sont donc les frais de transbordement de 450 tonnes à chaque voyage complet qui seraient supprimés, soit une économie de 720 *fr*. En supposant une coque-écluse faisant entre Lyon et Arles, 37 voyages par an, son emploi économisera 26 640 *fr*.

Mais d'un autre côté, le prix d'une coque-écluse, munie de ses pompes et appareils, coûtera environ 70 000 *fr*., ce qui, à 15 0/0 d'intérêt d'amortissement et d'entretien, représente une somme annuelle de 10 500 *fr*. Si l'on tient en outre compte de l'excédent de poids mort transporté, à la remonte seulement, à raison de 0,005 *fr* par tonne et par kilomètre, ce poids mort étant celui de la péniche, 40 tonnes environ, il faut ajouter une somme de 2 094 *fr*, ce qui porte le total des dépenses à près de 13 000 *fr*, d'où un bénéfice net annuel de 13 640 *fr*.

Indépendamment de cette économie, le bateau-écluse présente l'avantage de pouvoir faire les transports sans rompre charge ; un grand nombre de marchandises ne pouvant subir les transbordements sans déchets ou avaries.

Les essais de touage faits pendant toute l'année 1882, ont permis d'élucider bien des points relatifs aux objections qu'on avait faites à l'application du touage sur le Rhône : *Danger de rupture de la chaîne ; danger de collision des bateaux ; enfouissement de la chaîne dans les graviers ; usure de la chaîne ; déplacement de la chaîne dans les courbes.*

Les cas de rupture de chaîne peuvent se présenter fréquemment et, vu la rapidité du courant, occasionner de véritables naufrages. Il ne suffit pas, pour prévenir le danger, que le toueur soit muni d'un propulseur indépendant, mais il faut encore que sa mise en train soit spontanée, sans intervention du mécanicien ou de l'équipage du bateau. Pour cela, on peut imaginer que la roue d'entraînement de la chaîne prenne son mouvement sur l'axe des aubes, de telle sorte que le propulseur ne batte les eaux qu'avec une vitesse à peu près égale à celle du courant. Toute la puissance de la machine s'exercera ainsi sur la chaîne et les aubes ne recevront qu'une action insignifiante.

Si la chaîne vient à se rompre, la résistance manquera subitement et la puissance se portera sur les aubes dont elle accélèrera le mouvement jusqu'à ce que la nouvelle résistance exercée rétablisse l'équilibre. Non seulement le toueur ne sera pas entraîné à la dérive, mais il naviguera dans les conditions d'un remorqueur ordinaire.

Le danger de collision se trouve écarté si, dès qu'un obstacle se trouve en vue, le bateau peut se débarrasser de sa chaîne. Le convoi a alors la même liberté d'allure et ne court pas plus de risques qu'un convoi remorqué.

Une des plus graves objections faites à l'emploi de la chaîne sur le Rhône consistait dans la crainte de la voir enfouie sous un des bancs de graviers qui sont continuellement en mouvement.

Il résulte des expériences que, pendant plus d'un an, la chaîne est restée dans un passage où les graviers sont en mouvement, sans que les craintes relatives à l'enfouissement se soient réalisées ; l'effort du bateau était toujours suffisant pour la ramener à la surface.

Le chenal navigable du Rhône présente de nombreuses courbes de petit rayon dans lesquelles la chaîne tendra à se redresser et à se rapprocher sans cesse du cercle intérieur. Il se produira donc des glissements et des amoncellements de chaîne en aval de chaque courbe, lesquels amoncellements se rectifieront à leur tour au passage des toueurs suivants. La chaîne continuera donc à descendre, favorisée en cela par le mouvement incessant des graviers. Cet inconvénient, qui eût été très grave autrefois, à cause des brusques inflexions du chenal, est beaucoup amoindri par la fixation et la régularisation du thalweg. Aux essais, il a été d'ailleurs constaté qu'il était facile de remettre la chaîne en place et qu'on corrigeait aisément non seulement les écarts en plan, mais aussi les mous. Il est donc permis de penser qu'un petit toueur parcourant la chaîne suffirait pour assurer la fixité de sa position et pour éviter les engravements dans les passages où l'on pourrait les redouter.

Au point de vue technique, M. Jacquet considère comme résolue la question de l'application du touage sur chaîne noyée à la navigation du Rhône.

Pour maintenir un service régulier suffisamment rapide, il faut admettre que la remonte d'Arles à Lyon, comprenant un parcours de 283 *km*, se fera en cinq jours. Cela suppose une moyenne de 60 *km* par jour, soit une vitesse absolue de 1,40 *m* par seconde, correspondant avec des courants de 2,60 à une vitesse relative de 4 *m*.

Un train composé d'un toueur et de deux bateaux-écluses exigera un travail de 115 chevaux pour le courant, auxquels il faut ajouter 13 chevaux pour le soulèvement du train remontant le plan incliné du fleuve, soit 128 chevaux, ce qui conduira à donner au toueur une puissance d'environ 200 chevaux indiqués.

La chaîne serait formée de maillons en fer rond de 25 *mm* de diamètre pesant 14 *kg* par mètre courant.

Par l'application du système avec l'organisation d'ensemble que nous venons de décrire rapidement, M. Jacquet estime que l'on peut arriver à faire les transports entre Lyon et Marseille au prix de 7 *fr* la tonne. Ce prix ne comprend pas les frais d'embarquement; les seuls à considérer en dehors des frais de transport proprement dits, l'emploi du bateau-écluse supprimant les transbordements.

La distance entre Lyon et Marseille, par le Rhône et la mer, étant d'environ 375 *km*, le transport de la tonne kilométrique reviendrait donc à un peu moins de 2 *c*.

Le prix de revient du transport par le Rhône, dans l'état actuel, est trop élevé, il dépasse 3 *c* par tonne kilométrique.

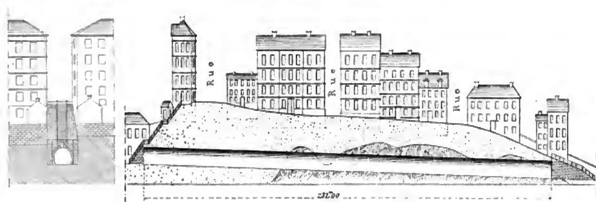
Dans ces conditions, la navigation ne peut offrir au commerce un avantage suffisant pour l'empêcher de confier la presque totalité de ses marchandises au chemin de fer. Il en serait tout autrement si, comme l'affirme M. Jacquet, l'application du tonage et des écluses de mer et de rivière peuvent abaisser ce prix à moins de 2 *c*. Une économie de cette importance et la suppression des interruptions du service de la navigation auraient pour résultats de créer des débouchés nouveaux et d'assurer, à travers la France, une grande partie du transit du Nord et de l'Est à la Méditerranée.

CHRONIQUE

Congélation artificielle de terrains aquifères pour le percement d'un tunnel à Stockholm.

Dans le *Portefeuille des Machines* de mars 1884, nous décrivions le procédé *Poetsch* employé pour le fonçage des puits dans des terrains aquifères artificiellement congelés. Le courant réfrigérant consistait en une solution concentrée de chlorure de calcium dont le point de congélation est à 40° au-dessous de zéro. La circulation de cette solution refroidie à 25° au-dessous de zéro amenait la congélation du terrain aquifère. Nous décrirons aujourd'hui, d'après *Engineer*, le procédé employé par le capitaine Lindmark au passage de terrains aquifères dans le percement d'un tunnel à Stockholm.

La partie la plus populeuse de Stockholm, située sur la rive nord du lac Mælar, est séparée en deux districts d'à-



Coupe transversale.

Coupe longitudinale.

peu près même importance par une colline composée de roches et de graviers. Cette colline, courant vers le nord en partant du lac, atteint, en certains endroits, jusqu'à 22 *m* de hauteur et constitue un véritable obstacle au trafic.

En vue de faciliter les communications entre les deux districts, le capitaine Lindmark obtint, de la municipalité de Stockholm, l'autorisation de construire à ses frais, à travers la montagne, un tunnel pour les piétons et de percevoir pendant cinquante années, un droit de passage de 2 ore (environ 2 centimes ?); après quoi, le tunnel deviendrait la propriété de la ville.

L'état du terrain, composé de roches disloquées et de sables, rendait l'entreprise hardie, et les propriétaires des maisons situées sur la montagne ne laissèrent pas que de protester.

Les travaux commencèrent au milieu de l'été 1884.

Ainsi que le montrent les fig. ci-dessus, le tunnel suit la direction d'une rue étroite, à peine plus large que le tunnel lui-même. Il mesure 231 *m* de longueur, 3,85 *m* de hauteur et 4 *m* de largeur.

On commença les travaux vers la partie Est en creusant une petite galerie à travers le granit, au niveau du fond du tunnel; on put employer la dynamite. L'élargissement de cette petite galerie présenta quelques difficultés, le plafond du tunnel rencontrant alors, en maints endroits, du sable fin à côté du roc.

A ces endroits, on ne pouvait plus faire usage des explosifs, et l'on fut obligé d'avoir recours aux coins pour briser le roc, travail long et coûteux.

Le percement du tunnel vers la partie Ouest présenta des difficultés plus sérieuses à cause de la nature du sol, composé de graviers, mélangés de larges pierres et d'une petite quantité d'argile mouillée.

On cuvela, au fur et à mesure de l'avancement, avec des plaques de fer assemblées de 9 dm^2 système Rziha, ingénieur autrichien. Malgré ces précautions, le gravier, dépourvu de toute cohésion, à cause de l'argile et de l'eau qu'il contenait, passait facilement au travers des moindres ouvertures, et on n'avait pas encore atteint 12 *m* d'avancement que les affaissements produits à la surface du sol nécessitèrent la suspension des travaux.

C'est alors que le capitaine Lindmark se décida à congeler le sol, avant de procéder à l'excavation, en employant l'air froid. Une machine réfrigérante à air sec du système Lightfoot, capable de fournir 707 m^3 d'air froid par heure, fut placée dans le tunnel aussi près que possible du front d'attaque. La partie intérieure du tunnel fut transformée en une chambre de congélation au moyen d'un mur formé d'une double rangée de planches remplie de charbon de bois.

En employant la machine réfrigérante d'une façon continue pendant soixante heures, le gravier, à l'intérieur de la chambre, se prenait en une masse solide ayant une épaisseur variant de 1,50 *m* à 0,30 *m*, du sol du tunnel vers le sommet.

Au plafond même, la congélation ne se faisait pas sentir, et bien que le thermomètre marquât 39°6 au-dessous de zéro au niveau du sol, il indiquait 0° au sommet, à environ 4,85 *m* du sol.

Cette circonstance, loin de nuire, fut plutôt avantageuse,

car on eût toujours été forcé de boiser la partie supérieure, ce qui eût été presque impossible si le gravier avait été gelé. Les travaux furent donc repris par sections de 1,50 *m*, l'excavation commençant au plafond et le cuvelage en fer étant mis en place du haut vers le bas aussi rapidement que possible. En raison de la compacité et de la dureté que présentait alors la masse gelée, il ne fut pas nécessaire de pousser le cuvelage jusqu'au niveau du sol, on l'arrêta à environ 2,40 *m*.

Une fois les travaux en train, on reconnut suffisant de faire marcher la machine réfrigérante une moyenne de dix à douze heures chaque nuit excepté après des pluies abondantes.

Cette machine, construite par MM. Siebe, Gorman et Cie de Londres, délivrait l'air à 55° au-dessous de zéro. La température dans la chambre de congélation était généralement de 21 à 26° centigrades au-dessous de zéro, au bout de douze heures de travail, mais elle s'élevait rapidement à la température de la glace fondante lorsque les ouvriers commençaient leurs opérations à l'intérieur. Le volume des chambres de congélation variait de 80 à 160 m^3.

La maçonnerie fut faite en béton composé de une partie de ciment Portland, deux parties et demie de sable et six de granit concassé. On ne perça pas moins de 25 *m* de tunnel avec l'aide de la machine réfrigérante, avec un avancement journalier moyen de 0,30 *m*. Après ce passage difficile, on traversa du sable pur possédant une cohésion considérable et que l'on pouvait abattre sans avoir recours à la gelée. L'avancement moyen atteignit alors 0,75 *m* par jour.

Le tunnel a dû être livré à la circulation en juin dernier; il sera éclairé par des lampes Wenham, dont nous avons donné une description dans le *Portefeuille des Machines* d'août 1885.

La dépense totale de l'entreprise monte à 350 000 *fr*.

Tunnels sous la Mersey et sous la Severn.

Au mois de janvier dernier les tunnels sous la Mersey et la Severn ont été livrés à la circulation ; nous allons faire connaître aujourd'hui ces deux importantes entreprises dans leurs traits généraux.

Tunnel sous la Mersey. — Ce tunnel, ouvert définitivement au trafic le 1er février dernier, établit en quatre minutes les communications par voie ferrée entre Liverpool et Birkenhead. Ces villes, situées sur les rives opposées de la Mersey, étaient jusqu'alors en rapport au moyen de bateaux à vapeur dont le service était interrompu par les temps de brouillard et de tempête, par les glaçons que charrie la Mersey pendant l'hiver. Ces bateaux à vapeur ont transporté, pendant l'année 1885, 26 millions de voyageurs et 750 000 *t* de marchandises.

Le tunnel, quand il sera complètement achevé, mettra en communication directe les réseaux des London and North-Western, du Great-Northern, du Lancashire and Yorkshire, du Manchester and Sheffield du Great-Western et du Midland railways. Il aura pour effet de relier entre eux les districts de la côte de Cheschire et de procurer un raccourci d'environ 32 *km* pour les transports des houilles du pays de Galles et des produits agricoles.

La longueur totale de la ligne du Mersey railway est 7,240 *m* ; elle est à double voie.

Le tunnel a une longueur de 1,188 *m*, une largeur de 7,90 *m* en œuvre et une hauteur à la clef de 5,80 *m* au-dessus du niveau des rails. Le revêtement est constitué par six ou huit anneaux en briques rejointoyées en ciment Portland. Les deux anneaux intérieurs sont en briques bleues dures, de Staffordshire ou de Buckley ; cette précaution était nécessaire car la roche dans laquelle a été creusé le tunnel est un grès rouge poreux très perméable à l'eau.

Le tunnel est situé à environ 10,15 *m* au-dessous du lit du fleuve.

Sous le tunnel, à une profondeur de 5,40 *m* a été établi un aqueduc de drainage d'environ 2,20 *m* de diamètre. Cet aqueduc est en briques et ciment Portland ; il a été établi au moyen de puits creusés de distance en distance.

Le tunnel est aéré au moyen de quatre ventilateurs Guibal ; la communication entre le tunnel et ces ventilateurs est établie au moyen d'une galerie spéciale de 2,20 *m* de diamètre, creusée, comme le tunnel, dans le grès rouge.

Du côté de Liverpool, la gare d'entrée du tunnel est celle de James street ; cette gare est à quatre étages.

L'étage supérieur est occupé par les bureaux de la compagnie. La salle de distribution des billets a 15,50 *m* sur 12 ; on accède directement de la rue dans cette salle par deux entrées dont le niveau est surélevé de trois marches par rapport à celui de la rue. Après avoir pris son billet à un bureau disposé au milieu de la salle, le voyageur peut, à son choix, descendre aux quais du tunnel soit par un escalier, soit par l'un des trois ascenseurs hydrauliques disposés dans cette pièce. Comme ce niveau est à 27,43 *m* au-dessous de celui de la rue et que l'escalier comporte 136 marches, les ascenseurs étaient indispensables.

Du côté de Birkenhead, la station de Hamilton Square est à peu près au même niveau que celle de James Street et il y existe également trois ascenseurs hydrauliques.

Pour les voyageurs qui appréhenderaient de se servir des ascenseurs, la Compagnie a établi un plan incliné conduisant dans Water Street, à Liverpool.

Chacun des ascenseurs peut contenir cent voyageurs à la fois ; la cage a 6,10 *m* de longueur, 5,20 *m* de largeur et 2,45 *m* à 3 *m* de hauteur; le piston a 0,457 *m* de diamètre.

La course des ascenseurs est de 23,35 *m* à James Street et de 26,70 *m* à Hamilton Square ; ils doivent effectuer leur ascension en soixante secondes.

La force motrice est engendrée par trois chaudières marines et trois paires de pompes capables d'élever 136 m^3 d'eau par heure dans une tour-réservoir située à 36,30 *m* au-dessus du niveau de la rue.

Les trains de la compagnie du Mersey railway se composent de huit voitures, à savoir : deux de première classe, deux de deuxième classe et quatre de troisième classe ; les voitures sont éclairées au gaz. Les locomotives, au nombre de huit, sont des machines-tender à six roues couplées. Chacune de ces machines pèse 70 *t* afin d'obtenir une adhérence suffisante sur les fortes rampes qui atteignent jusqu'à 37 *mm* par mètre dans le tunnel. Le matériel roulant est pourvu du frein à vide automatique.

Le projet de tunnel sous la Mersey a été dressé par M. James Brunlees et sir Douglas Fox qui en surveillèrent l'exécution. Les travaux préparatoires, qui durèrent de décembre 1879 à mai 1881, furent confiés à M. le major Isaac.

Tunnel sous la Severn. — Le tunnel établi sous l'embouchure de la Severn met en communication directe la ville de Bristol avec celle d'Aberdare, située au sud du pays de Galles.

La longueur totale du tunnel et de ses approches est de 9 *km* ; celle du tunnel proprement dit est de 7 *km* sur lesquels 3 620 *m* situés sous la Severn.

Le premier train d'essai a traversé le tunnel le 5 septembre 1885, et c'est le 9 janvier dernier que la compagnie du Great Western Railway a ouvert la ligne au service des marchandises. En service régulier, le tunnel doit être traversé en 10 minutes.

Le raccourci procuré par cette nouvelle ligne à double voie est d'environ 22 500 *m*.

En plan, la voie du tunnel est en alignement droit sous le fleuve et les approches comportent des courbes à grand rayon. En profil, elle présente deux pentes partant de chacune des têtes du tunnel et aboutissant vers le milieu de l'ouvrage à un petit palier d'environ 300 *m*; au départ de la côte anglaise (côté de Bristol) la pente est de 10 *mm* par mètre et celle qui existe du côté du pays de Galles est de 9 *mm* par mètre. La voie est posée sur longrines.

La section transversale du tunnel en œuvre, a les dimensions suivantes : 7,93 *m* de largeur à la ceinture, 7,47 *m* de hauteur totale à la clé et 6,10 *m* au-dessus du niveau des rails. Le revêtement est en briques de Staffordshire ou vitrifiées rejointoyées au ciment.

Les perforatrices employées furent d'abord celle de Mac-Kean jusqu'en 1877, puis celle de John Geach. Avec deux machines travaillant simultanément, l'avancement a varié entre 2,10 *m* et 3,80 *m* par jour.

Le cube excavé est de 584 486 m^3. On a perforé 1 600 *m* du tunnel à travers le grès dur de Pennant et les terrains houillers; 800 *m* à travers les conglomérats recouvrant le Pennant; 800 *m* à travers l'argile schisteuse des terrains houillers renfermant des couches de houille de plus de 0,30 *m* d'épaisseur, et le reste à travers la marne rouge du nouveau grès rouge.

La distance minima entre le lit du fleuve et l'extrados du tunnel est de 9,15 *m*. A marée basse la profondeur du fleuve

est de 16,73 *m*, et à marée haute elle est au moins de 27,75 *m*.

L'aération du tunnel a lieu au moyen d'un ventilateur Guibal de 12,20 *m* de diamètre et capable de débiter 6 809 m^3 d'air par minute.

Les travaux n'ont pas duré moins de douze années; M. Walker, l'entrepreneur actuel, n'en a été chargé que depuis cinq ans et demi.

Cette gigantesque entreprise, dont le projet est dû à M. l'Ingénieur Charles Richardson, élève de Brunel, a présenté de sérieuses difficultés d'exécution; en voici le bref historique : La construction du tunnel sous la Severn a été autorisée par un *act du Parlement* en 1872 et la compagnie du Great-Western Railway entreprit elle-même les travaux jusqu'en 1879, époque à laquelle on rencontra sur la rive de Monmouthshire du fleuve, à environ 275 *m* de la rive, une source dont les eaux envahirent en 24 heures la totalité de la partie percée du tunnel.

Sur le conseil de sir John Hawkshaw qui fut alors désigné par la Compagnie comme Ingénieur en chef chargé de la haute direction et du contrôle des travaux, l'exécution fut confiée à M. Walker moyennant la somme de 23 723 930 *fr*.

En février 1881 on fut maître des eaux; l'entrepreneur engagea alors quatre mille ouvriers, et conduisit son entreprise avec une telle vigueur que dès le mois de septembre suivant les deux têtes du tunnel furent mises en communication. Bien que l'on fût débarrassé des eaux de la source, on jugea prudent d'abandonner pendant longtemps les travaux de la section du tunnel où l'inondation s'était produite et de reprendre le percement du tunnel au moyen de trois autres puits percés plus à l'Ouest. A l'automne de l'année 1883, l'état d'avancement des travaux avait fait de tels progrès que l'on se décida à effectuer le percement de la section voisine de l'ancienne source. Arrivé le 17 octobre 1883 à une distance de 73 *m* au delà de l'ancienne source, on rencontra une nouvelle source qui parut déboucher par une section de 0,65 m^2. Sur sept mineurs travaillant à cet endroit, quatre parvinrent à se sauver par le puits, les trois autres furent noyés. Le niveau de l'eau s'éleva à raison de 1m,22 par heure, et inonda presque entièrement les 3.620 *km* du tunnel situés sous le fleuve.

On se débarrassa des eaux avant la fin de l'année et les travaux furent repris et poussés avec activité.

Brique blanche.

On sait que, dans beaucoup d'industries, les résidus demeurent sans emploi, et deviennent, par leur importance et leur accumulation, la cause de lourdes dépenses et de grandes gênes. Tels sont, par exemple, les laitiers des hauts-fourneaux, les charrées de fabriques de soude, les eaux mères des marais salants, les sables usés des fabriques de glaces, etc.

Nous avons fait connaître aux lecteurs des *Nouvelles Annales*, l'utilisation des laitiers de hauts fourneaux qui entrent dans la composition de certains ciments et qui tend à se répandre de plus en plus. Nous extrayons d'une communication faite par M. Hignette, à la *Société des ingénieurs civils*, les renseignements qui suivent sur l'utilisation des sables usés de fabriques de glaces, par l'exploitation du brevet de M. F. Motte, lequel a, le premier, utilisé industriellement ces sables restés jusqu'ici sans emploi.

On sait que, pour dresser les glaces, on fait frotter sur leurs surfaces des plateaux en bois garnis de fonte, en interposant, entre la glace et le plateau, du grès fin ou du sable blanc quartzeux avec addition d'eau. Cette eau en s'échappant, entraîne avec elle le sable usé mélangé de verre et de la fonte provenant du frottement du sable interposé. La proportion du verre, en poudre impalpable, est d'environ 15 pour 100 du poids du sable, et celle de la fonte 2 pour 100.

On recueille ces sables après décantation et on les dépose sur un terrain choisi à cet effet.

Au bout d'un certain temps d'exposition à l'air, ils se couvrent d'efflorescences blanches que l'on suppose provenir de la soude en excès qui n'est pas entrée en combinaison avec la silice dans la fusion des glaces, par suite d'une température insuffisante, et qui forme, sous l'influence de l'air et de l'humidité, des combinaisons solubles.

Il est évident que ces sables, très humides, ne renferment aucun élément plastique et ne peuvent s'agglomérer que sous l'effet d'une haute pression, laquelle élimine en même temps l'eau dont la proportion est d'environ 30 pour 100 du poids du sable mis en œuvre.

On a pu résoudre ce problème au moyen de presses spéciales; mais l'usure des parties filtrantes fut telle que l'on fut obligé de revenir à la méthode par voie sèche.

Voici comment on procède : les sables, après avoir été convenablement séchés, sont broyés, malaxés et mis dans des moules appropriés, puis comprimés à une pression supérieure à trois cents kilogrammes par centimètre carré.

Les pièces, ainsi moulées, sont séchées et cuites dans des fours à une température supérieure à celle de la fusion des glaces, environ 1 500 degrés, car c'est le verre qui, par sa fusion, constitue le ciment qui soude les molécules de silice entre elles. A cette haute température, la soude en excès entre bien en combinaison avec la silice, car les briques bien cuites ne se couvrent plus d'efflorescences.

A cette température élevée, le fer est réduit, et on obtient un produit parfaitement blanc qui constitue un nouveau *matériau* jouissant de qualités toutes particulières, et dont la densité est de 1,50, soit les 4/5 de celle de la brique d'argile.

De plus cette brique, par sa composition silice et verre, est inaltérable aux acides, ce qui en permet l'emploi dans les fabriques de produits chimiques, papeteries, etc.

Ces briques ne sont pas gélives et, d'après les essais faits au Conservatoire des arts et métiers, elles résistent à l'écrasement sous des charges variant de 384 à 350 kilogrammes par centimètre carré.

D'après M. Hignette, ce produit jouit des qualités suivantes :

1° Solidité et tenacité remarquables;

2° Inaltérabilité aux fortes gelées ainsi qu'à l'action des pluies et du soleil, inaltérabilité aux acides;

3° Résistance à de hautes températures pourvu que le contact immédiat des fondants du sable soit évité;

4° Grande légèreté, puisque sa densité n'est que de 1,50 tandis que celle des briques d'argile est de 1,85 en moyenne;

5° Beauté et régularité de la teinte blanche et enfin prix inférieur à celui de la pierre de taille.

Ces briques, dont le prix varie, suivant les dimensions, de 50 *fr* à 100 *fr* le mille, peuvent être employées pour la décoration des façades des cheminées d'usine et pour le revêtement intérieur des chambres de plomb des fabriques de produits chimiques.

JURISPRUDENCE

Construction; plans et devis; paiement d'indemnité et d'honoraires; Remise des plans et devis.

Conseil de préfecture de la Seine.

24 mars 1886.

La commune d'Aubervilliers avait chargé un sieur L. F., de dresser des plans et devis relatifs à la construction d'une école. Les travaux n'ayant pas été exécutés, le sieur L. F. demanda le paiement de ses honoraires et de dommages-intérêts pour le préjudice que lui avait causé l'inexécution des projets. La commune d'Aubervilliers fut condamnée à payer, de ces différents chefs, une somme de 5 400 fr., mais elle demande, contre le paiement de cette somme, la remise des plans et des devis.

L. F. s'y étant refusé, la difficulté fut soumise au conseil de préfecture.

Le conseil a constaté qu'en effet le sieur L. F. avait droit à une indemnité et à la rémunération de son travail; puis, il a jugé que le paiement de la somme de 5 400 fr. représentait à la fois l'une et l'autre et que, dans ces conditions, L. F. n'était plus en droit de se refuser à la remise des plans et devis qu'il avait dressés.

Jules Fabre,
Avocat à la cour de Paris.

Le gérant : Ch. Béranger,
Ingénieur civil des mines
15, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4.

New Annals of CONSTRUCTION.

Bureaux de Direction et de Rédaction : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

TOUS LES JOURS de 4 h. à 6 h.

Nouvelles Annales DE LA CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — N° 381 — Septembre 1886

Pl. 39-40 et 41-42.

Neue Annalen der BAUKUNST.

ABONNEMENTS ET ANNONCES : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

15 fr. par an pour Paris. 18 fr. Départements. 20 fr. Union postale.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Pont tournant d'Aubervilliers sur le canal Saint Denis

Pl. 39-40.

Articles antérieurs. — Pont tournant en tôle et fers spéciaux. Nouv. Ann., 1858. Pl. 49-50. — Pont tournant du canal de l'Ourcq à manœuvre hydraulique, 1875. Pl. 5-6. — Ponts tournants du bassin à flot de Bordeaux. 1883. Pl. 19-20 et 21-22.

L'approfondissement de la Seine à 3,20 *m* avait pour conséquence nécessaire la reconstruction, au même tirant d'eau, du bassin de la Villette, qui est le port du Paris industriel, et du canal Saint-Denis qui le relie à la basse Seine. Ces ouvrages avaient été construits à la profondeur de 2 *m* et leur délabrement, après cinquante années d'exploitation par une compagnie concessionnaire, exigeait, en 1876, date de leur rachat par la ville de Paris, un prompt remède.

Les nouvelles écluses de la Seine, construites en vue d'une exploitation par convois de touage, ont reçu des dimensions considérables en longueur ; leur largeur variable entre bajoyers, a été fixée, aux portes, à la dimension de 12 *m* qui préexistait à quelques-uns des anciens ouvrages. Cette largeur permet l'entrée de front de deux bateaux du matériel des canaux, modelé sur le gabarit uniforme d'écluse de 5,20 *m* sur 38,50 *m* ; elle permet également la circulation de bateaux d'une longueur quelconque et larges de près de 12 *m*.

Le canal Saint-Denis, étant un prolongement de la Seine, il fallait qu'il pût recevoir, sauf exceptions peu nombreuses, la batellerie qui se construirait à la suite de la transformation de la Seine ; d'autre part, son eau d'alimentation, celle du canal de l'Ourcq, qui sert en même temps à la distribution dans Paris, doit être économisée pendant l'été ; la faible surface, enfin, des biefs du canal Saint-Denis commande de ne pas exagérer le volume d'une éclusée.

On se trouvait donc, pour déterminer les dimensions des ouvrages à substituer aux anciennes écluses de 7,80 *m* de largeur sur 42 *m* de longueur utile, en présence d'un problème complexe. Voici dans quels termes la solution adoptée a été présentée, en 1883, au Conseil général des Ponts et Chaussées, qui y a donné son approbation.

« Les deux tiers des bateaux qui fréquentent le canal Saint-Denis ont une largeur inférieure à 5 *m* et une longueur inférieure à 38 *m* ; le troisième tiers a des dimensions supérieures aux précédentes et inférieures au gabarit des écluses actuelles, 7,80 *m* de largeur et 42 *m* de longueur utile. — Les écluses actuelles ne peuvent pas recevoir tous les bateaux qui fréquentent aujourd'hui la Seine et l'Oise ; en effet l'ancien type des écluses de la basse Seine mesure une largeur de 8,20 *m* et une longueur utile de 54 *m*.

« Ce type serait actuellement nécessaire au canal Saint-Denis pour lui faire jouer complètement son rôle de prolongement de la Seine sur le point haut de Paris. En ce qui concerne le tirant d'eau, l'augmentation du mouillage des écluses est une nécessité évidente pour le matériel fluvial qui, sur tous les points de la Seine où cela est possible, circule déjà avec un enfoncement de plus de 2 *m*. Pour la batellerie de canal, les tirants d'eau supérieurs, à 2 *m* n'existent pas actuellement, mais leur utilisation éventuelle a été réservée dans le projet du canal du Nord.

« On peut donc résumer ainsi les besoins immédiats du canal Saint-Denis, en ce qui concerne les dimensions d'écluses :

« Desservir les deux gabarits de matériel définis par les dimensions suivantes :

	Type de la Seine.	Type des canaux.
Longueur de moins de. . .	54,00 *m*	38,00 *m*
Largeur de moins de . . .	8,00	5,00
Enfoncement et jeu sous quille	3,20	2,00

« Du moment que le canal Saint-Denis reçoit deux catégories définies et notablement différentes de bateaux, il est avantageux, au point de vue de la dépense d'eau, d'assurer à chacune une écluse modelée sur ses dimensions.

« Une écluse du type Seine doit donc être accolée à une écluse du type canal. Le type Seine veut 3,20 *m* de mouillage ; le type canal voudra peut-être un jour plus de 2 *m* et il convient de faire la part de cette éventualité. Or les écluses actuelles ne sont pas utilisables en raison de leur délabrement ; il faut donc les abandonner et construire un nouvel ouvrage dans un emplacement différent, et cet ouvrage doit se composer de deux sas accolés, longs respectivement de 38,50 *m* et de 54 *m* et larges de 5,20 *m* et 8,20 *m* ; le plus grand aura nécessairement le mouillage de 3,20 *m* que recevra également le plus petit, pour réserver toute éventualité d'avenir et rendre la construction plus facile.

« Ce type d'écluses accolées, qui satisfera très largement au présent, suffira-t-il dans l'avenir?

« L'avis des membres autorisés de la chambre de commerce de Rouen, qui ont été consultés, a été unanime et très nettement affirmatif. Ils se fondent sur ce que : 1° Le matériel actuel n'a pas besoin d'être changé ; sa capacité, qui est celle d'un train de chemin de fer, est une unité commerciale usuelle ; elle correspond à la quantité de fret qu'on peut trouver dans un temps court ;

2° Un matériel plus long ne serait pas dirigeable ;

3° Un matériel plus large coûterait plus cher à la tonne de jauge et les frais journaliers de sa conduite et de son amortissement seraient tels qu'il y aurait un avantage certain à transborder au Havre ou à Rouen. »

Ces considérations et leurs conclusions avaient été admises par le conseil général des Ponts et Chaussées, mais sur l'avis de l'honorable M. Vauthier, le Conseil Municipal de Paris a décidé que le sas de 54,00 *m* serait, par l'adjonction d'une porte intermédiaire, remplacé par un sas à deux longueurs, 45,00 *m* suffisant pour le moment et 62,50 jugés nécessaires pour concorder avec la plus grande extension possible de la longueur de la nouvelle batellerie.

La reconstruction du bassin de la Villette est terminée et celle du canal de Saint-Denis en cours. Il vient d'y être construit un pont tournant pour remplacer un pont-levis, vestige en fort mauvais état de l'art de la construction, au début du siècle, établi sur les arrière-bajoyers d'une écluse, pour desservir un chemin de culture. Une évolution très marquée

entraîne depuis quelques années l'industrie du Nord de Paris vers la plaine maraîchère qui s'étend entre les fortifications, Saint-Denis, Aubervilliers et Pantin ; une grande ville industrielle s'y forme, que le canal Saint-Denis coupe en deux. Le chemin de culture d'il y a cinquante ans sera une grande artère de cette ville ; il est déjà une rue d'Aubervilliers. Il a donc fallu remplacer le pont-levis par un ouvrage important ; c'est un pont tournant, à deux voies charretières, de trente mètres de longueur totale, dont les dessins sont donnés pl. 39-40. La largeur de la passe navigable a été fixée à 12 *m* pour permettre, soit le croisement de deux bateaux de 5 *m* de largeur, soit le passage facile d'un bateau de 8 *m*, et comme le niveau du pont est surélevé de 2,50 *m* au-dessus du plan d'eau, ce qui permet à certains bateaux chargés de passer sous le pont sans qu'il soit manœuvré, on a placé le chemin de halage sous le pont, dont la longueur de volée a ainsi été portée à 15 *m* entre appuis.

Le pont se compose de deux poutres de rives, à semelle supérieure courbe, qui sont à paroi pleine dans la culasse et à treillis simples dans la volée; cette disposition a pour but de rapprocher le plus possible du pivot le centre de gravité de la surface soumise à l'action du vent.

Les poutrelles, à l'équidistance de 1,695 *m* sont entretoisées par cinq cours longitudinaux de longerons, et le quadrillage ainsi constitué porte une couverture en tôles embouties, rivées sur tout leur pourtour. Ces tôles supportent un pavage en bois de 10 *cm* d'épaisseur par l'intermédiaire d'une mince fondation composée d'un mélange fabriqué et étendu à chaud de brai, de sciure de bois et d'éclats de bois. Ce type de chaussée est accessible en tous points aux roues des voitures, mais pèse un peu plus de 25 0/0 à 30 0/0, que le type usuel en charpente, dans lequel des zones de passage sont assignées aux roues par une séparation des deux voies charretières; il réalise, en somme, sur un pont tournant, les conditions de viabilité qu'on exige dans une ville sur un pont métallique fixe.

Le mode de constitution de la chaussée a conduit à former le lest de culasse d'un massif de béton porté par des voûtes en briques jetées d'une poutrelle à l'autre dans les trois derniers intervalles et qui y sert de fondation au pavage.

Les organes et appareils de manœuvre présentent un ensemble de dispositions nouvelles.

La manœuvre du pont se fait par basculement avant orientation; le pivot doit donc permettre une rotation autour de deux axes rectangulaires ; il est, dans ce but, formé d'une sphère en bronze de 35 *cm* de diamètre, enserrée entre deux crapaudines hémisphériques en bronze également, dont l'une est rendue solidaire du pont par l'intermédiaire de pièces importantes en acier fondu, et dont l'autre est assemblée à une plaque de fondation en fonte, posée sur un massif de maçonnerie et maintenue par quatre boulons légers (fig. 8).

Conduite de prise d'eau au compresseur desservant les tiroirs T,T',T'' de distribution aux cylindres d'orientation.
— de distribution desservant l'accumulateur c, le tiroir T' et la presse PH.
— d'évacuation.

LÉGENDE. — C, compresseur. — c, accumulateur. — T, tiroir de distribution pour l'orientation. — T', tiroir de distribution pour le calage. — T'', transformateur de pression. — PP, presses d'orientation ($d = 0,40$ *m*). — *pp*, poulies de renvoi. — P', pivot du pont. — *rr*, vannes d'arrêt (côté amont et côté aval). — *tt'*, bielle et tringle de manœuvre desdites vannes. — V, verrou de calage. — PH, presse hydraulique.

L'orientation du pont se fait en station sur le pivot et sur deux galets situés sous les poutres à la culasse, qui viennent en contact avec leur rail par le basculement ; ces galets ne portent qu'une tonne chacun, le pont étant, sauf une légère prédominance de culasse, équilibré par rapport au pivot ; ils sont très légers et roulent sur un rail en fer plat, non raboté et établi sur une fondation sommaire.

Le calage du pont, c'est-à-dire sa mise en station d'accès aux voitures, s'effectue par basculement ; le pont reposant sur son pivot et ses galets, est soulevé à la culasse jusqu'à ce qu'il ne porte plus que sur les appuis de volée et sur les appuis voisins du pivot ; à ce moment, des verrous sont introduits sous la culasse. On obtient ainsi la liberté de la sphère pivot, condition nécessaire pour son graissage et la régularité absolue du calage, qui est indispensable pour que les poutres du pont ne subissent pas un travail moléculaire exagéré.

Le pont se manœuvre mécaniquement et la force motrice est empruntée à la chute d'une écluse voisine au moyen d'une canalisation de 200 *m* de longueur. La force motrice est employée à comprimer de l'eau à deux pressions différentes, l'une pour l'orientation, qui se fait au moyen de deux presses hydrauliques à piston plongeur, accouplées aux deux extrémités d'une chaîne, renvoyée sur une poulie horizontale, concentrique au pivot ; l'autre pour le basculement préalable au calage, qu'on obtient d'une presse hydraulique verticale fixée sur le terre-plein du pont, et dont le piston attaque la culasse dans l'axe et vers l'extrémité du pont.

L'eau pone les presses d'orientation est fournie par le compresseur représenté pl. 39-40, fig. 10. Une cuve en maçonnerie peut, par un jeu de vannes, être mise en communication, soit avec le bief amont de l'écluse voisine, soit avec le bief aval, sur lequel se trouve le pont. Une presse hydraulique est montée verticalement sur le radier de la cuve ; son piston, de 40 *cm* de diamètre, porte un flotteur en tôle de 4 *m* de diamètre, lesté de manière à flotter avec un enfoncement de 1,90 *m*. La presse hydraulique se remplit par le jeu d'une soupape ; supposons-la à haut de course et l'eau dans la cuve au niveau du bief amont ; le flotteur ne pèse pas sur le piston auquel il est assemblé ; qu'on vide maintenant la cuve jusqu'au niveau d'aval, le flotteur pèse de tout son poids sur le piston qui transmet à l'eau contenue dans la presse une pres-

sion de 19 atmosphères. Quand une partie de cette eau est dépensée, le flotteur vient, dans sa descente, s'immerger dans l'eau contenue dans la cuve; la pression de l'eau comprimée diminue proportionnellement à cette immersion; des butoirs arrêtent le flotteur quand la pression est tombée à 13 atmosphères. Cette chute de pression correspond au ralentissement nécessaire du pont, à la fin de son orientation.

La presse de calage (fig. 9) est alimentée par un accumulateur de 7 litres, chargé à 30 atmosphères, par un transformateur (fig. 5 à 7), qui lui-même est alimenté par l'eau fournie par le compresseur. Ce transformateur n'est autre chose qu'une pompe de compression à simple effet, actionnée par un cylindre à eau comprimée; toute la distribution en est concentrée dans un tiroir unique manœuvré à la main.

Voici un aperçu des poids et dépenses des diverses parties de l'ouvrage, abstraction faite des maçonneries.

Ossature métallique du pont. Fer laminé, 106 000 kg.		40 000 fr
Tôles embouties, 9 500 kg.		4 750
Chaussée du pont		
Savoir : Composé de brai à 100 fr, 18 m³	1 800 fr	4 000
Pavage en bois, à 12,50 fr, 160 m²	2 000	
Divers	200	
Appuis fixes (fonte), 2 500 kg.		600
Chemin de roulement et galets		300
Pièces du pivot		7 000
Mécanisme suivant forfait		10 000
Abri pontonnier et compléments divers.		8 150
Total		75 000 fr

L. Le Chatelier.

Hotel particulier à Vichy (Allier).

M. Vianne, architecte.

Pl. 41-42.

Articles antérieurs — Maison de M. Gasnier, par M. Millet. Nouv. Ann. 1858. Pl. 7. — Maison du quai Valmy, 1861. Pl. 5-6. — Maison de M. Brouty, 1861. Pl. 35, 36, 37, 38. — Maison de Sanges, 1873. Pl. 11, 12, 13. — Maison à Asnières, 1874. Pl. 20 — Maison Cramail, 1874. Pl. 33-34. — Petit hôtel rue Saint-Pétersbourg, 1877. Pl. 37-38. — Hôtel de Freissinet, 1879. Pl. 51-52. — Petit hôtel à Passy, 1880. Pl. 35-36. — Hôtel de M. Segui, 1881. Pl. 5. — Hôtel de M. Plunkett, 1881. Pl. 10, 17. — Hôtel de M. d'Aguiar, rue de Prony, 1882. Pl. 42-43 et 44-45. — Hôtel particulier à Paris, boulevard Arago, 1884. Pl. 7-8. — Maison d'habitation à Paris Reuilly, 1884. Pl. 31-32. — Hôtels particuliers à Paris, rues Dumont-d'Urville et La Pérouse, 1885. Pl. 29-30 et 31. 1886. Pl. 4-5.

Le petit hôtel dont nous donnons, pl. 41-42, les plans et élévations, est bâti à l'angle aigu formé par la rencontre d'une rue nouvelle et d'un boulevard longeant le nouveau parc à Vichy.

Le rez-de-chaussée (fig. 5) comprend un salon rond éclairé par trois ouvertures disposées pour la vue du parc et du boulevard; puis une salle à manger, éclairée sur le boulevard, avec petit office, monte-plats et armoires; une grande chambre, pouvant servir de cabinet de travail, éclairée sur la rue; un cabinet de bain et un water-closet complètent cette distribution qui est dégagée par le vestibule. Ce dernier, auquel on accède du dehors par une porte ouverte sur le boulevard, sert aussi de palier à l'unique escalier qui conduit aux étages.

Un jardinet entouré d'une grille occupe le terrain réservé au sommet de l'angle aigu: ce qui a permis l'installation d'un perron couvert ou péristyle au rez-de-chaussée et d'un large balcon circulaire au premier étage (fig. 1, 3, 5, 6).

Au premier étage (fig. 6) trois chambres à coucher avec armoires, cabinets de toilette, garde-robes; grand cabinet et water-closet.

Sous les combles, éclairés par des lucarnes et des œils-de-bœuf, sont les chambres d'enfants et de domestiques, avec armoires, cabinets de toilette, garde-robes etc.; water-closet, lingerie.

On descend, du rez-de-chaussée au sous-sol (fig. 4), par des marches sous l'escalier du premier. Et à ce sous-sol se trouvent: la cuisine éclairée en soubassement sur le boulevard; une office, dans laquelle est installé le monte-plats; une laverie à évier; un dépôt de bois et charbons; une grande cave; enfin, une buanderie dans le sous-sol de la rotonde. Cette buanderie offre ceci de particulier, que la cuve en béton de ciment qui en occupe le centre, et qui sert aux lavages à l'eau froide, est percée par le fond: l'ouverture ménagée ainsi pour l'évacuation des eaux de la cuve, lesquelles sont absorbées par le sol très perméable des fondations, est encore un trop-plein ouvert aux infiltrations des hautes eaux de l'Allier. Lorsque les eaux montent, en effet, et gorgent les terres du sous-sol, elles prennent leur niveau dans la cuve dont les bords ont été élevés au dessus du niveau des plus hautes crues.

L'architecte a voulu par ce moyen préventif, amortir la pression sous les dallages en ciment du sous-sol, éviter les dégradations et les infiltrations qui en résultent d'ordinaire.

Voici un résumé des dépenses, d'après les chiffres du règlement fait par l'architecte:

Terrassement, maçonnerie et pierre de taille	18 200 fr
Charpente et solivage	4 800
Couverture ardoises	1 820
Plomberie et zinc	3 750
Menuiserie	9 600
Plâtrerie et peinture	7 300
Serrurerie	3 200
Marbrerie et fumisterie	2 700
Total	53 370 fr

(Non compris les honoraires.)

E. R.

Appareil automatique de chasse d'eau.

Système Geneste, Herscher et Carette.

Considérations générales. — Nous avons déjà eu l'occasion de mentionner, dans ce recueil, au sujet d'une application du système Waring (no de juin 1884), les avantages que présente, pour les questions d'assainissement, l'emploi des appareils automatiques de chasse d'eau.

Il est aujourd'hui admis, d'une manière incontestable, qu'une des premières conditions à réaliser, pour assurer la salubrité d'une ville, est d'empêcher le séjour de matières fermentescibles dans le réseau des égouts ou conduits, destinés à recevoir les eaux vannes et ménagères, les urines, etc. Or, ces dépôts ne peuvent être évités qu'au moyen de lavages suffisamment énergiques. Dans la plupart des cas, on ne peut songer à effectuer ces lavages d'une manière continue, d'une part, parce que la quantité d'eau dont on peut disposer, pour les opérations de ce genre, est généralement limitée par les ressources de la distribution, et, d'autre part, parce qu'il y a intérêt à réduire au strict minimum le volume d'eau employé, le prix de revient de cette eau étant, le plus souvent, assez élevé. On se trouve donc naturellement conduit, pour ce double motif, à recourir à des lavages intermittents. A cet effet, le filet d'eau dont on dispose s'accumule dans un réservoir d'une certaine capacité, en rapport avec l'importance de la conduite à laver, et, à un certain moment, le contenu de ce réservoir se vide dans la conduite, de manière à fournir, pendant un temps très court, un courant d'eau très fort, qui chasse ou entraîne avec lui toutes les matières qu'il rencontre sur son passage.

Ce procédé de lavage, par écoulements intermittents, se trouve réalisé très simplement par les *appareils de chasse*.

Nous n'avons pas l'intention de faire ici une étude complète des nombreux dispositifs qui ont été proposés pour effectuer automatiquement la vidange d'un réservoir d'eau à un moment donné. Nous nous bornerons à faire remarquer, d'une manière générale, que ces appareils devant se trouver placés, le plus souvent, au-dessous du sol, près des conduites à desservir, ne peuvent pas être surveillés à tout instant. Il est donc essentiel que leur fonctionnement régulier soit aussi bien assuré que possible.

On doit s'attacher avec le plus grand soin à éviter, dans leur construction, l'emploi d'organes compliqués ou délicats, qui seraient exposés à des détériorations et constitueraient, par suite, autant de chances d'arrêt.

A ce point de vue, l'emploi du siphon se trouvait naturellement indiqué; aussi le trouve-t-on utilisé dans un certain nombre d'appareils de chasse, qui sont entrés, depuis plusieurs années, dans la pratique, et parmi lesquels nous citerons l'appareil de *Field*, qui, légèrement modifié, constitue un des éléments du système d'assainissement du colonel *Waring*, système que nous avons précédemment décrit. Le grand avantage du siphon, c'est qu'il permet de vider rapidement, à un moment donné, un réservoir, sans l'intervention d'organes d'obturation mobiles, qui, comme les vannes ou les soupapes, peuvent donner lieu à des dérangements ou à des fuites. Mais, pour qu'un siphon ait un fonctionnement bien assuré, quel que soit le mode de remplissage du réservoir,

il doit être complété par certaines dispositions additionnelles, établies de manière à ne présenter aucune cause de dérangement.

Un des points les plus importants dans un appareil de chasse à siphon est le procédé d'amorçage. Il est essentiel en effet que, dès le début, l'écoulement se fasse à pleine section, de manière à éviter le débit en pure perte d'une partie de l'eau du réservoir de chasse.

Lorsque le réservoir est alimenté par un filet d'eau d'une section comparable au diamètre du siphon, l'amorçage peut s'obtenir directement, sans grandes difficultés. Mais il n'en est pas toujours ainsi, et même, le plus souvent, l'alimentation se fait par un mince filet d'eau. Dans ce dernier cas, l'eau du réservoir, lorsqu'elle atteint un certain niveau, commence à se déverser dans la longue branche du siphon, sans déterminer immédiatement l'écoulement à pleine section, qui est le résultat à obtenir; cet inconvénient peut devenir très prononcé, si le rebord du siphon à sa partie supérieure n'est pas dans un plan rigoureusement horizontal. D'un autre côté, l'amorçage peut encore être retardé par la difficulté d'expulser instantanément, au moment opportun, l'air contenu dans le siphon.

Ces inconvénients se présentent, à un degré plus ou moins prononcé, dans les différents appareils à siphon, en usage jusqu'ici. Prenons, par exemple, les appareils du type Field, qui sont les plus répandus, et dans lesquels l'amorçage se fait par le procédé de la trompe d'eau. Dans le but de faciliter la formation de la trompe, la partie supérieure de la grande branche du siphon a été munie d'un ajutage conique rentrant (fig. 1). Mais, comme il est facile de s'en assurer, l'amorçage ne peut se faire régulièrement qu'autant que l'arête du biseau de cet ajutage est bien tranchante et qu'elle se trouve établie dans un plan bien horizontal. — Cette disposition, qui est d'une très grande simplicité, exige donc une très grande précision dans l'exécution et dans la pose. Il est évident, d'ailleurs, que, en supposant même la pose bien faite, il suffit d'un simple tassement dans la maçonnerie qui supporte le réservoir, pour produire un léger devers du rebord et rendre ainsi le fonctionnement de l'appareil imparfait.

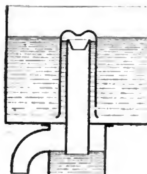


Fig. 1.

C'est pour se mettre à l'abri de ces causes d'irrégularité que MM. Geneste, Herscher et Carette ont étudié la nouvelle disposition de siphon automatique représentée par la fig. 2.

Dans cet appareil, on utilise, pour l'amorçage, la compression et la détente, en temps utile, de l'air enfermé dans le siphon. La compression de l'air résulte de l'alimentation même du réservoir; lorsqu'elle atteint une valeur déterminée, il se produit automatiquement un échappement d'air et, par suite, une détente brusque, qui provoque instantanément l'amorçage.

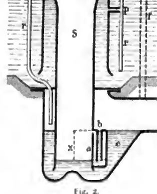


Fig. 2.

L'appareil ne comporte aucun mécanisme et fonctionne sûrement, quel que soit le mode de remplissage du réservoir, et à des intervalles plus ou moins rapprochés, qu'on fait varier à volonté, en modifiant le débit d'un robinet, placé sur la conduite qui amène l'eau dans le réservoir.

Description. — L'appareil comprend essentiellement :

1° Un siphon S, avec cuvette de retenue d'eau *c* à la base ;
2° Un dispositif d'amorçage *a*, ou détendeur;
3° Un tube régulateur *r*.

Le dispositif de détente *a* est formé d'un récipient muni d'un plongeur *b*; ce récipient, greffé extérieurement sur la branche S du siphon, avec laquelle il communique par un petit orifice, est constamment immergé dans le liquide obturateur de la cuvette *c*.

Le tube régulateur *r* est le complément du dispositif de détente; c'est grâce à lui que la compression de l'air du siphon atteint sa valeur limite, lorsque le réservoir de chasse se trouve rempli au niveau voulu.

Le tube vertical *f* est destiné à mettre la cuvette en communication directe avec l'atmosphère, dans le cas où l'aval du siphon risquerait d'être noyé.

Fonctionnement. — Pendant l'opération de remplissage du réservoir, lorsque le niveau de l'eau est arrivé à la hauteur de la communication *p* du tube *r* avec la cloche du siphon, un volume d'air déterminé se trouve emprisonné et se comprime graduellement, pendant que s'achève l'alimentation du réservoir.

Des dénivellations *x*, *x* s'établissent progressivement entre les niveaux du liquide à l'intérieur du siphon.

La surface du liquide, à la partie inférieure du siphon, finit par atteindre, dans son mouvement d'abaissement, le niveau inférieur du tube plongeur *b*; à ce moment, l'air comprimé du siphon pénètre dans ce tube et s'échappe brusquement dans l'atmosphère, en chassant la colonne d'eau, dont la hauteur sert précisément à limiter le maximum de la compression.

Par suite de cette détente de l'air comprimé, l'équilibre des pressions se trouve rompu et la pression atmosphérique se rétablit subitement à l'intérieur; le niveau de l'eau dans la cloche du siphon tend donc immédiatement à remonter à la hauteur du liquide dans le réservoir de chasse; mais, comme le niveau de ce liquide est plus élevé que celui de la cloche, il en résulte que l'eau déborde à flots dans la longue branche du siphon et forme une véritable cataracte, en entraînant l'air contenu dans cette branche: l'amorçage se trouve ainsi déterminé d'une manière instantanée.

Pendant l'écoulement, l'air extérieur ne peut pas rentrer dans le siphon; c'est le tube régulateur *r* qui permet à la pression atmosphérique de se rétablir dans ce siphon ; aussi convient-il de donner à ce tube un diamètre assez grand pour que la pression se rétablisse très rapidement; de plus, on fait disparaître ainsi les chances d'engorgement.

Le tube régulateur a encore pour effet de maintenir très sensiblement constant le volume d'air emprisonné dans le siphon, lorsqu'il y a inondation à l'aval; l'appareil n'est donc jamais déréglé et le fonctionnement naturel des chasses reprend de lui-même, dès que l'inondation a disparu.

Dans la figure 2, le réservoir est supposé en maçonnerie; c'est ainsi que se font les réservoirs des grands appareils utilisés pour le lavage des égouts ou des grandes conduites.

Les appareils de petites dimensions, employés dans les habitations particulières pour le lavage des urinoirs, des cuvettes de cabinets d'aisances, etc., sont ordinairement établis dans des réservoirs en tôle ou en fonte.

Dans ce cas, comme l'aval du siphon ne peut jamais être noyé et qu'il se produit, pendant la chasse, une succion qui tend à augmenter le débit du siphon, on supprime le tube régulateur et on adopte la disposition de la fig. 3. La cloche est, comme on le voit, simplement percée, à hauteur convenable, d'un petit trou *p*, recouvert d'une crépine à mailles très fines, qui a pour but de retenir les impuretés contenues accidentellement dans l'eau. Le tube *t* a pour but de laisser rentrer l'air dans la cuvette de retenue,

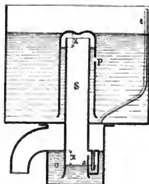


Fig. 3.

à la fin de la chasse, et de rétablir ainsi rapidement la pression atmosphérique dans cette cuvette. Cet appareil, comme le précédent, est d'une installation très facile; il n'exige aucune précaution spéciale pour la pose et n'est exposé à aucun dérangement pendant sa marche.

REVUE TECHNOLOGIQUE

Documents sur la résistance de l'acier.

Dans un rapport adressé à M. le ministre des travaux publics et qui a été publié dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (mai 1886), M. *Flamant*, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a résumé les résultats d'une mission qu'il a remplie, l'année dernière, dans les principales usines françaises, pour rechercher et coordonner les documents relatifs à la résistance du fer et de l'acier aux efforts qu'ils ont à supporter dans les constructions.

La longueur de ce rapport ne nous permet pas de le donner *in extenso*, mais, en raison de l'intérêt qu'il présente, nous croyons devoir en reproduire les points les plus importants.

Définitions. — Commençons par rappeler, avec l'auteur, la définition des mots *fer* et *acier*, telle qu'elle a été proposée par la commission internationale réunie à l'occasion de l'Exposition de Philadelphie. D'après cette commission, il convient d'appeler *fer* tout métal ferreux malléable qui ne durcit pas sensiblement par la trempe, et *acier* tout composé analogue qui durcit sous l'action de la trempe. Le fer et l'acier, ainsi définis, sont d'ailleurs dits *soudés* ou *puddlés*, lorsqu'ils sont obtenus par le puddlage, et *fondus*, lorsqu'ils sont produits par la fusion.

Cette définition n'est pas encore admise par tout le monde et on continue à désigner sous le nom d'aciers doux ou extra-doux des métaux dont la résistance ne dépasse pas 35 à 38 kilogrammes et que la trempe ne durcit pas sensiblement. Il faut bien reconnaître, du reste, qu'il est très difficile de déterminer nettement la limite entre le fer et l'acier, lorsqu'ils sont obtenus par le même mode de fabrication; les effets de la trempe, sur lesquels repose la définition précédente, varient d'une manière progressive et ne peuvent pas, dès lors, fournir une ligne de démarcation bien tranchée.

Nature de l'acier. — L'acier est généralement considéré comme plus homogène que le fer (supposé préparé par puddlage). L'état liquide par lequel il passe est certainement favorable à l'homogénéité de la masse, prise dans son ensemble, mais il constitue, au contraire, pour les parties les plus petites de cette masse, une cause d'hétérogénéité qui caractérise l'acier et peut expliquer, dans une certaine mesure, les bizarreries que présente ce métal au point de vue de la résistance.

En réalité, l'acier est un *mélange* ou une combinaison de fer avec une certaine proportion de carbone et il est intermédiaire, comme composition, entre la fonte et le fer forgé. On peut le tirer de l'un et de l'autre de ces deux métaux, soit en faisant absorber au fer une certaine proportion de carbone, soit en éliminant de la fonte les impuretés et une partie du carbone qu'elle renferme.

Suivant les proportions de carbone, on obtient une série de produits, intermédiaires entre le fer et la fonte et qui diffèrent, les uns des autres, à beaucoup de points de vue, mais plus spécialement par leur degré d'aciération. C'est ainsi que les aciers très doux sont à peine plus aciéreux que le fer dur et ne contiennent guère que 0,10 à 0,15 pour 100 de carbone, tandis que les aciers durs en renferment de 0,7 à 1 pour 100.

On fabrique des aciers qui, outre le carbone, renferment du manganèse, du phosphore, du silicium, du chrome et quelquefois du soufre. La présence de ces éléments est souvent une conséquence de la composition des minerais; parfois, au contraire, leur introduction est volontaire et a pour objet de rendre la fabrication plus facile, en augmentant la fusibilité, en permettant d'obtenir une purification plus parfaite, etc. Malgré l'intérêt que présente l'étude des propriétés spéciales aux aciers qui contiennent quelques-uns des éléments précédents, en proportions convenables, nous ne nous y arrêterons pas et nous nous bornerons à considérer un acier ne contenant que du carbone et du fer.

Dans la période de refroidissement, pendant laquelle l'acier, coulé à l'état liquide, se solidifie, l'homogénéité de la masse disparaît. Les particules de fer pur, moins fusibles, se solidifient d'abord, et il reste autour d'elles, à l'état liquide, une combinaison ou un mélange de fer et de carbone, plus riche en carbone que la masse prise dans son ensemble. Cet effet se continue en s'accentuant et, à un certain moment, cette masse se compose de grains polyédriques, plus ou moins gros, constitués par du fer presque pur et nageant dans un liquide plus carburé, lequel ne se solidifie que plus tard (1).

Lorsque le refroidissement est complet, le métal se trouve ainsi constitué par des grains moins fusibles, réunis par une sorte de ciment dont la fusibilité est plus grande. L'hétérogénéité est, d'ailleurs, naturellement d'autant plus accentuée que le refroidissement a été plus lent et que l'acier était plus riche en carbone.

Avec un refroidissement brusque, ces effets ne se produisent pas, ou du moins ne se produisent qu'à un degré beaucoup moindre. C'est pourquoi l'acier trempé conserve une résistance supérieure à celle de l'acier refroidi lentement ; c'est pour la même raison que l'action de la trempe est d'autant plus énergique que la teneur de l'acier en carbone est plus forte.

L'opération de la trempe détermine d'autres effets : la couche extérieure, refroidie la première, se contracte et exerce une forte pression sur l'intérieur, qui est encore à une température élevée. Par réaction, cette couche doit s'allonger au delà de sa limite d'élasticité et subir une déformation permanente. Le refroidissement se propageant jusqu'au centre, les parties intérieures se contractent à leur tour, mais, par suite de leur liaison avec la couche extérieure, qui a dépassé sa limite d'élasticité, elles ne peuvent se contracter autant qu'elles le feraient si elles étaient libres, et elles restent à l'état de tension, alors que, sous leur action, la couche extérieure subit une contraction.

Il est évident, d'ailleurs, que sous l'action des pressions intérieures, une partie du carbone qui se serait séparée par un refroidissement lent se maintient en dissolution ; de là résultent, pour les aciers trempés, des propriétés très différentes de celles des aciers ordinaires.

L'acier étant constitué, comme on l'a dit, par des grains de fer presque pur, réunis par une sorte de ciment d'une fusibilité plus grande, le percement d'un trou dans un bloc de ce métal, au moyen d'un instrument à choc, comme le poinçon, produit une espèce de désagrégation sur tout le pourtour du trou ; les grains sont disloqués, détachés de la matière qui les réunit et la résistance du bloc, dans cette partie, peut être notablement altérée. De là des commencements de fissures, qui peuvent s'étendre sous l'action d'une cause en apparence insignifiante, comme un choc, un changement brusque de température, etc., et donner lieu alors à des phénomènes de rupture imprévue et instantanée. C'est ce qui arrive assez fréquemment avec les pièces d'acier, surtout d'acier dur, lorsqu'elles ont été soumises à certaines opérations, comme le poinçonnage, le rivetage, etc. Pour prévenir les accidents de ce genre, d'une manière à peu près certaine, il faudrait que les pièces, après l'achèvement complet du travail, fussent soumises au recuit, c'est-à-dire que le métal fût de nouveau fondu et qu'on le laissât se solidifier tranquillement ; mais c'est là une opération peu praticable pour les pièces de grandes dimensions, comme les poutres de pont.

Il convient donc, pour la sécurité, de n'utiliser, dans l'exécution de ces pièces, que de l'acier assez doux, afin d'atténuer le plus possible les chances de ce genre d'accidents.

Pour les mêmes motifs, dans les opérations qui s'exécutent à chaud, comme le forgeage, le laminage, etc., il importe de terminer le travail à une température aussi rapprochée que possible de celle à laquelle on l'a commencé. On comprend, en effet, que les fissures résultant de ce travail puissent se recoller et disparaître, tant que la matière d'agrégation est encore à l'état liquide, tandis qu'elles ne peuvent que s'aggraver si elles se produisent à une température assez basse pour que toute la masse soit solidifiée.

Lorsqu'on travaille l'acier à froid, il faut, surtout lorsqu'il ne doit pas être recuit, prendre certaines précautions spéciales pour éviter, autant que possible, toute désagrégation locale.

Qualité de l'acier. — La qualité de l'acier peut, dans une

(1) En opérant le refroidissement dans des conditions exceptionnellement lentes, on a trouvé, dans la partie solidifiée en dernier lieu, jusqu'à 13 0/0 de carbone; le mélange de fer et de carbone, dans ces proportions, est alors extrêmement fusible.

certaine mesure, se définir par sa composition chimique. Toutefois, il existe des fers impurs qui contiennent autant de carbone ou d'autres métalloïdes que certains aciers et qui présentent des propriétés physiques bien différentes. Bien plus, à composition identique, le mode de fabrication et l'origine même de l'acier paraissent influer sur sa qualité. Ainsi, par exemple, des aciers provenant de fontes phosphoreuses déphosphorées, tout en présentant la même résistance à la rupture par traction, semblent offrir de bien moins grandes garanties de sécurité que ceux qui proviennent de fontes dépourvues originairement de phosphore. La composition chimique d'un acier ne fournit donc pas, à elle seule, une indication suffisante pour en apprécier la qualité ; l'analyse qui la fait connaître est, du reste, assez délicate et difficile.

Pour ces divers motifs, on a été conduit à définir la qualité de l'acier par sa résistance à la rupture par traction et par l'allongement correspondant. Quelquefois, on ajoute la contraction de la section de rupture, ou ce qu'on appelle la *striction*, en considérant que la qualité augmente à mesure que le rapport de la section contractée à la section primitive diminue. Mais cette mesure de la striction fait, en quelque sorte, double emploi avec celle de l'allongement et elle ne paraît pas, dès lors, nécessaire. La détermination des deux autres éléments, la résistance et l'allongement, n'est pas aussi simple qu'elle peut le paraître au premier abord et donne lieu à quelques observations.

Charge de rupture par traction. — La charge de rupture par traction d'un même acier varie suivant la forme et les dimensions des barreaux d'épreuves. Ainsi, par exemple, pour une même qualité d'acier laminé, la résistance varie avec l'épaisseur des tôles : elle est d'autant plus forte que l'épaisseur est plus faible, et cela parce que l'acier laminé n'est pas absolument homogène ; les couches superficielles, sur lesquelles s'est exercée l'action du laminage, sont, en quelque sorte, écrouies ou trempées et, par suite, plus résistantes que les couches intermédiaires.

Pour une même épaisseur de tôle, la résistance varie aussi suivant la largeur du barreau d'épreuve ; elle diminue un peu, lorsque le rapport de la largeur à l'épaisseur augmente. On peut, d'ailleurs, faire disparaître ces différences, en s'astreignant à donner aux barrettes d'essai des sections toujours semblables, c'est-à-dire dans lesquelles le rapport de la largeur à l'épaisseur soit constant.

La forme de la section du barreau d'épreuve n'a d'ailleurs, sous la réserve de ce qui précède, qu'une faible influence sur la résistance observée, c'est-à-dire que, pour un même acier, les résultats seront sensiblement les mêmes, que la section soit circulaire ou carrée. Le sens du laminage ne modifie pas la résistance de l'acier comme il le fait pour le fer.

Mais, par contre, la résistance à la rupture varie d'une manière assez notable, suivant que l'épreuve est faite plus ou moins rapidement. Lorsque la rupture est obtenue au bout d'un temps très court, le barreau s'échauffe d'une manière sensible, ce qui augmente sa résistance (1). Si, au contraire, l'épreuve est conduite de manière que la déformation soit lente, et que le barreau se maintienne à peu près à la température ambiante, la résistance est plus faible.

Allongement. — L'allongement correspondant à la rupture par traction peut donner lieu, si l'on n'y prend garde, à des différences d'appréciation très importantes.

Dans tout essai de traction, on peut distinguer trois périodes :

1° La période élastique, comprenant les déformations non permanentes ou inférieures à la limite d'élasticité ;

2° Une première période de déformation permanente, commençant à la limite de l'élasticité et se terminant au maximum de résistance ;

3° Une seconde période de déformation permanente, commençant au maximum de résistance, se terminant à la rupture et pendant laquelle l'allongement se localise dans une partie du barreau, les autres conservant simplement la déformation acquise. Cette dernière déformation est appelée la *striction*, parce qu'elle est accompagnée d'une contraction transversale, qui se termine par la rupture.

Il est évident que l'allongement total, rapporté à l'unité de longueur, sera bien différent suivant que la longueur sur laquelle on le mesure et qui comprend la striction comprendra, en outre, des parties plus ou moins étendues en dehors de celle où cette déformation s'est produite.

L'allongement proportionnel, rapporté à l'unité de longueur, sera exprimé par un chiffre d'autant plus élevé que les barreaux essayés seront plus gros et plus courts.

Il est donc important, lorsqu'on donne l'allongement, rapporté à l'unité de longueur, d'un barreau essayé à la traction, de donner, en même temps, non seulement la longueur sur laquelle cet allongement a été mesuré, mais aussi les dimensions de la section transversale. Pour n'avoir, ce qui serait très désirable, que des chiffres comparables entre eux, il faudrait connaître la loi qui doit lier le rapport des longueurs à celui des dimensions transversales. En désignant par l et L les longueurs primitives de deux barreaux du même acier, ayant des sections géométriquement semblables, dont a et A sont les dimensions homologues, quelques ingénieurs adoptent la relation très simple :

$$\frac{l}{a} = \frac{L}{A} = \text{const.} \quad (1)$$

D'un autre côté, en admettant, ce que l'on peut faire avec une approximation suffisante, que la forme de la section, dans les limites précédemment indiquées, n'influe pas sur les conditions de la résistance, on peut remplacer $\frac{a}{A}$ par $\sqrt{\frac{s}{S}}$, s et S étant les aires des sections transversales des deux barreaux, supposées avoir une forme quelconque, et alors la condition pour que l'allongement proportionnel soit toujours le même sera exprimée par la relation

$$\frac{l^2}{s} = \frac{L^2}{S} = \text{const.}$$

Pour que les allongements mesurés sur des barreaux de forme et de dimensions différentes restent comparables entre eux, il faut donc, dans cette hypothèse, que les longueurs sur lesquelles on mesure ces allongements soient entre elles comme les racines carrées des aires des sections transversales. Quant à la valeur absolue du rapport constant $L^2 : S$, elle est évidemment arbitraire.

Au Creusot, le barreau type choisi est un cylindre de 16 *mm* de diamètre et de 10 *cm* de longueur ; on a alors :

$$\frac{L^2}{S} = \frac{100^2}{\pi\, 8^2} = 50 \text{ environ.}$$

A la Compagnie du chemin de fer P.-L.-M., le barreau type a 0,0252 *m* de diamètre et 20 *cm* de longueur ; par suite :

$$\frac{L^2}{S} = \frac{200^2}{\pi\, 12,6^2} = 80.$$

Si l'on admet la loi précédente, ce que l'on peut faire avec une approximation suffisante, il suffira de choisir un barreau type quelconque, pour en déduire la valeur de la constante et, cela fait, on sera en mesure d'apprécier, dans des conditions comparables, la résistance à la rupture et l'allongement correspondant de divers échantillons d'acier. Dans les épreuves sur les tôles, où les barreaux, sont nécessairement rectangu-

(1) La résistance de l'acier à la rupture atteint son maximum à la température de 300 degrés environ. Au-dessus elle décroît très rapidement.

(1) Si l'on désigne par λ la proportion de l'allongement avant la striction, les allongements totaux des deux barreaux seront, à ce moment, λl et λL.

Soient x et X les longueurs qui, dans chacun des barreaux, subissent la striction, Δx et ΔX les allongements qu'ils éprouvent pendant cette période de déformation jusqu'à la rupture. Si l'on admet que les formes des barreaux, dans la section contractée, comme ailleurs, restent géométriquement semblables dans tous les sens, x et X, ainsi que Δx et ΔX seront proportionnels à a et A, on aura donc $\frac{\Delta x}{\Delta X} = \frac{a}{A}$, d'où $\Delta X = \frac{A}{a} \Delta x$.

L'allongement total sera :

Pour le 1er barreau . . . . . . $\lambda l + \Delta x$.

Pour le 2e barreau . . . . . . $\lambda L + \Delta X = \lambda L + \frac{A}{a} \Delta x$.

Les allongements proportionnels, rapportés à l'unité de longueur, seront respectivement :

$$\lambda + \frac{\Delta x}{l} \quad \text{et} \quad \lambda + \frac{A}{aL} \Delta x = \lambda + \frac{\Delta x}{l} \frac{Al}{aL}.$$

Les barreaux étant composés de métaux identiques, ces deux allongements doivent être égaux, et il ne peut en être ainsi que si l'on a :

$$\frac{A\,l}{a\,L} = 1, \quad \text{ou} \quad \frac{l}{a} = \frac{L}{A}.$$

Pour toute autre valeur de l ou de L, ne satisfaisant pas à cette condition, les allongements mesurés sur les deux barreaux seront différents.

laires, on devra, autant que possible, s'astreindre à leur donner des sections géométriquement semblables, en fixant, une fois pour toutes, le rapport de la largeur à l'épaisseur.

(*A suivre.*)

De l'influence de la magnésie dans les ciments dits de Portland.

Le rôle que joue la magnésie dans les mortiers de chaux hydrauliques et de ciments était resté, jusqu'à ces derniers temps, imparfaitement défini, malgré les nombreuses recherches dont il a été l'objet.

Vicat avait démontré par des expériences synthétiques qu'un mélange d'un équivalent de chaux pure avec un équivalent de carbonate de magnésie donnait, sous l'action de la chaleur, une chaux hydraulique, susceptible de faire prise au bout de quelques heures.

Certains calcaires dolomitiques naturels, à la suite de ces expériences, avaient été exploités pour la fabrication de chaux hydrauliques, dites chaux magnésiennes. Cette fabrication n'avait, du reste, pas tardé à être abandonnée, en raison des difficultés qu'on trouvait à régler convenablement la cuisson de ces calcaires. Le degré de cuisson a, en effet, dans ce cas, une très grande importance, ainsi que l'ont démontré les belles expériences de M. *Henri Sainte-Claire Deville*. Les dolomies (mélange de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie), chauffées à une température comprise entre 300 et 400°, c'est-à-dire un peu au-dessous du rouge sombre, donnent des chaux hydrauliques, tandis que les mêmes roches, soumises à la calcination, à la température du rouge vif, ne fournissent plus que des produits qui se délitent sous l'eau, sans faire prise.

En ce qui concerne la présence d'une assez forte proportion de magnésie dans les ciments, la pratique a montré, depuis longtemps, qu'elle devait être considérée comme exerçant une influence fâcheuse. Dans certains travaux, l'emploi de ciments magnésiens avait donné lieu à un genre d'altération spécial, caractérisé par une désagrégation des mortiers, après durcissement préalable. *Rivot* avait expliqué cette altération en faisant remarquer que l'hydratation du silicate et de l'aluminate de magnésie s'effectuait postérieurement à celle des composés similaires de la chaux et que les mortiers devaient, par suite, éprouver, après leur prise, des mouvements moléculaires susceptibles de détruire la cohésion primitivement acquise.

Cette explication a été admise jusqu'au jour où des accidents nouveaux, d'une gravité exceptionnelle, ont montré qu'elle était insuffisante et ont appelé de nouveau l'attention sur la question des ciments magnésiens.

Les accidents auxquels nous venons de faire allusion se trouvent relatés dans deux notes, qui ont paru presque au même moment, l'une dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (31 mai 1886), l'autre dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (juin 1886). Nous croyons devoir donner de ces deux notes des extraits assez complets pour bien mettre en évidence le rôle de la magnésie dans les mortiers de ciments.

Dans sa communication à l'Académie, M. *Lechartier*, professeur à la Faculté des sciences de Rennes, fait connaître les résultats d'une étude qu'il a poursuivie, pendant plusieurs années, des altérations subies par un grand nombre d'ouvrages en ciment.

Les ouvrages qu'il a examinés consistaient en enduits de réservoirs et de bassins, en dallages, en revêtements de murs et en massifs de maçonnerie. Les uns étaient exposés à l'air, les autres étaient construits sous l'eau. Les ciments employés ne contenaient pas de sulfate de chaux en proportion nuisible, et ils avaient une forte densité indiquant une bonne cuisson. Avant leur emploi, au moins dans certains cas bien constatés, ils avaient été exposés à l'air, pendant un temps suffisamment long. Les sables employés à la confection des mortiers étaient de bonne qualité. *Dans tous les cas les effets constatés ont été les mêmes* et il résulte de cette multiplicité de faits observés qu'on ne saurait les attribuer au mauvais emploi des ciments.

Le ciment a fait avec l'eau une prise régulière et les mortiers ont d'abord acquis une très grande dureté; puis, après une période qui a souvent dépassé une ou plusieurs années, ils ont tous été le siège du même travail lent et progressif, qui a continué jusqu'à la complète destruction des ouvrages.

Les dallages et les enduits se sont gercés, tout en conservant une grande dureté. Les fendillements sont allés s'accroissant avec le temps, augmentant le volume de la masse du mortier, qui conservait une dureté suffisante pour former un tout solide, capable de résister à une pression ou à une traction considérable.

M. Lechartier a constaté dans un dallage, une augmentation de volume se traduisant par un allongement de 4 *cm* sur une longueur de 1 *m*.

Lorsqu'un dallage subissait ce mouvement d'expansion, il pressait fortement les obstacles sur lesquels il s'appuyait, sur tout son pourtour; tantôt, dans une salle ou dans un corridor, il en écartait les murs qui se fissuraient dans leur hauteur; tantôt, il chassait de leur aplomb les pierres qui se trouvaient à son niveau, quoique ces pierres, d'un poids considérable et fortement maçonnées, eussent à supporter la charge de murs très élevés.

Les pressions produites par l'augmentation de volume des mortiers étaient suffisantes pour faire éclater des pierres de fortes dimensions, pour produire des mouvements considérables et des dislocations de toute nature dans les maçonneries.

Les échantillons de mortier, prélevés dans une vingtaine de ces ouvrages, ont tous présenté à l'analyse des caractères identiques.

Dans le plus grand nombre d'entre eux, le ciment qui avait servi à les fabriquer s'est présenté avec la composition suivante :

Silice..........................	17,42	27,24
Alumine et oxyde de fer...	9,82	
Chaux..........................	43,56	72,74
Magnésie......................	29,18	

Dans les autres mortiers, la proportion de magnésie a varié de 21,20 à 34,72; dans un seul cas, elle est descendue à 12 0/0.

Les véritables ciments dit de Portland ne contiennent que de minimes proportions de magnésie (de 1 à 3 0/0) et leur indice d'hydraulicité est compris entre 0,50 et 0,60. Dans les ciments examinés par M. Lechartier, le poids de la magnésie atteint 29 0/0 et l'indice d'hydraulicité (le rapport des éléments de l'argile au poids des bases) qui est représenté par $\frac{27,24}{72,74}$, ne dépasse pas 0,374. Encore convient-il de remarquer que 20 de magnésie remplissant dans les combinaisons chimiques le même rôle que 28 de chaux, il y aurait lieu de faire subir de ce chef une correction au dénominateur et de le remplacer par 84,41, ce qui ramènerait l'indice d'hydraulicité à 0,32.

Un semblable ciment représente, en réalité, un mélange de 81,72 de ciment de Portland, de composition normale, avec 30 de chaux ou son équivalent de magnésie.

Dans la cuisson des ciments de Portland ordinaires, une certaine quantité de chaux reste libre, à côté des combinaisons que cette base contracte avec la silice, l'alumine et l'oxyde de fer. Il en est de même pour la magnésie, dans les ciments fabriqués avec des marnes dolomitiques, comme ceux dont il s'agit ici; la quantité de magnésie, qui reste non combinée, est d'autant plus grande que la proportion de cette base est plus forte et que l'indice d'hydraulicité est plus faible.

D'après les expériences de M. Henri Sainte-Claire-Deville, on sait que la magnésie pure peut, en se combinant avec l'eau, former un hydrate, possédant une grande consistance et une grande dureté. Cette hydratation de la magnésie est accompagnée d'une augmentation de volume.

M. Lechartier a trouvé, dans ces faits d'expérience, l'explication des altérations qui se sont produites dans les mortiers qu'il a examinés.

Les ciments employés à leur confection étaient, en réalité, des mélanges de ciment de Portland avec de la magnésie, laquelle s'est comportée d'abord comme une substance inerte. Peu à peu, cette magnésie s'est hydratée, longtemps après la prise des mortiers, en même temps qu'elle augmentait de volume, produisant l'expansion des mortiers et la destruction d'ouvrages dont la solidité paraissait acquise.

A l'appui de cette explication, M. Lechartier cite les deux faits suivants :

1° Il a observé que l'altération des mortiers s'est produite d'autant plus rapidement que l'eau a pu agir d'une manière plus directe sur eux et pénétrer plus facilement dans leur masse. Ainsi, des bassins de fontaines, des enduits de réservoirs se détruisaient relativement peu de temps après leur construction, tandis que des dallages, exécutés dans des salles fermées, mettaient plusieurs années pour accomplir leur mouvement de dislocation ;

2° La quantité d'eau combinée aux matériaux du ciment croissait au fur et à mesure de la désagrégation des mortiers.

Au point de vue pratique, l'étude de M. Lechartier présente une très grande importance. Elle fait ressortir nettement les graves inconvénients de l'emploi de ciments fabriqués avec des roches contenant une forte proportion de magnésie, toutes les fois que les maçonneries exécutées avec ces ciments sont exposées à l'humidité.

Note de MM. L. Durand-Claye et Debray. — La note publiée par MM. L. *Durand-Claye*, ingénieur en chef, et *Debray*, ingénieur des Ponts et Chaussées, signale des accidents du même genre survenus dans divers ouvrages d'art, par suite de l'emploi de ciments magnésiens, et arrive aux mêmes conclusions que la note de M. Lechartier.

En vertu d'une circulaire ministérielle du 18 juillet 1876, le devis et le cahier des charges des travaux d'établissement du chemin de fer de Questembert à Ploërmel avaient admis une usine, récemment installée à Campbon (Loire-inférieure), sur le même pied que les usines *Lonquéty* de Boulogne-sur-Mer, ou *Fanchon*, de Desvres, pour la fourniture du ciment destiné à la confection des voûtes de trois ponts biais, projetés sur la rivière de l'Oust. En raison de sa proximité des travaux, ce fut l'usine de Campbon qui obtint cette fourniture.

« Or, dès la fin de 1882, c'est-à-dire un an après la mise en exploitation de la ligne, on constata, dans les voûtes des ponts, des mouvements tout à fait anormaux; des fissures se produisaient parallèlement aux têtes; les bandeaux de tête étaient décollés du corps de la voûte; celle-ci se partageait elle-même en plusieurs fragments; la tablette du couronnement des tympans était soulevée et rejetée en dehors, au droit de la clef de chacune des voûtes, et, en même temps, les culées se renversaient au-dessus de la naissance de ces voûtes.

« Les trépidations, dues au passage des trains, n'ont fait qu'accentuer ces mouvements; les fissures se sont agrandies jusqu'à 4 *cm* et même davantage, et ont atteint les piles et les culées, un an environ après les voûtes.

« A partir de ce moment, la ruine des ponts était inévitable. Malgré la présence des tirants en fer qu'on avait placés pour relier les tympans, les voûtes complètement disloquées, s'affaissaient par leur poids et se séparaient des tympans par des fissures atteignant plusieurs *cm*. On dut les remettre sur des cintres très résistants, jusqu'à ce qu'une décision définitive eût prescrit la démolition des voûtes en maçonnerie et leur remplacement, au cours d'exploitation de la ligne, par des tabliers métalliques.

Les ingénieurs qui ont été appelés à étudier ces phénomènes n'ont pas hésité à les attribuer à un gonflement des mortiers de ciment, employés pour la confection des voûtes.

Le ciment de Portland de la même usine a été également employé sur la ligne de raccordement des gares de Nantes, pour un pont de 20 *m* d'ouverture, en arcs métalliques, construit sur l'étier de Mauves. Le massif de fondation de l'une des culées, exécuté en béton de ciment de Campbon, s'est élargi de plusieurs centimètres et cet élargissement a déterminé deux fissures dans la culée.

Citons encore, d'après la note, un curieux exemple d'accident produit par l'emploi du ciment de Campbon. Ce ciment a été employé, concurremment avec du ciment de Boulogne, dans la construction de petites voûtes en briques qui réunissent les poutres d'un pont en fer, établi sur la Sène, entre Donges et Savenay. Dans la moitié droite du pont, où l'on a fait usage de ciment de Boulogne, les voûtes sont parfaitement intactes et leurs joints se conservent en bon état, tandis que, dans la moitié gauche, le mortier en ciment de Campbon, qui réunit les briques, a subi des dislocations et des mouvements d'expansion tels qu'il s'est produit des fissures dans les maçonneries, un soulèvement des voûtes et un renversement des bords du trottoir.

Les analyses, faites à diverses époques, au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, sur des échantillons de ciment de Campbon, ont toujours révélé une forte proportion de magnésie (16 à 28 p. 100), qui avaient, dès l'origine, attiré l'attention de l'ingénieur chargé de la direction du laboratoire et motivé, de sa part, des réserves sur la façon dont le ciment de Campbon, produit non encore suffisamment expérimenté, pourrait se comporter dans les travaux. Ce qui semble assez inexplicable c'est que, à la suite de ces essais et malgré ces réserves, l'administration supérieure ait cru pouvoir autoriser l'emploi de ce ciment dans les travaux de ponts, d'écluses, etc.

Le gonflement du ciment de Campbon, coïncidant avec une dose exceptionnelle de magnésie, on a dû naturellement l'attribuer à cette magnésie elle-même. C'est donc dans cette voie qu'ont été dirigés les essais, entrepris par le service spécial des ciments, pour rechercher la cause des accidents signalés. Ces essais conduisent à l'explication déjà donnée par M. Lechartier; ils en sont donc une confirmation et, à ce titre, il nous paraît intéressant de les indiquer.

« Des ciments de qualité éprouvée ont été mis en pâte dans des tubes en verre mince, les uns à l'état naturel, les autres avec des doses de magnésie calcinée, variant depuis 2 jusqu'à 36 p. 100; dans une première série d'expériences, la magnésie avait été calcinée isolément et mélangée seulement après refroidissement avec le ciment servant aux essais : dans une seconde série, la magnésie et le ciment avaient été préalablement mélangés et le mélange avait été porté au rouge dans un appareil spécial.

« D'autres tubes ont reçu des pâtes de ciment pur à titre de témoins.

« La moitié des tubes a été conservée à l'air libre, l'autre moitié a été remplie d'eau. Au bout d'un temps souvent très court, variant suivant la dose de magnésie et suivant son degré de calcination, les tubes remplis d'eau se sont fendus, sous l'action du mélange magnésien, tandis que les tubes conservés à l'air libre sont restés intacts, ainsi que ceux, immergés ou non, qui renfermaient du ciment pur.

« Les mélanges de ciment et de magnésie se comportent donc de la même manière que les ciments magnésiens et subissent un gonflement irrésistible par leur contact avec l'eau.

« Pour ne laisser aucun doute sur ce point, un dernier essai comparatif a été fait sur un échantillon de ciment de Campbon, mis à côté d'un ciment de Boulogne, mélangé, de 25 p. 100 de magnésie. Des pâtes formées avec chacun de ces échantillons ont été placées dans des tubes semblables, en colonnes de 80 *cm* environ, assez longues pour qu'on pût espérer rendre apparent le gonflement de la matière, non seulement par la rupture des tubes, mais aussi par une dilatation des colonnes. Puis on a versé de l'eau dans les tubes.

« Le tube renfermant le mélange de ciment de Boulogne et de magnésie s'est fêlé au bout de quelques jours et, par la suite, il s'y est manifesté des fissures nombreuses, les unes transversales, les autres hélicoïdales, qui accusaient nettement les efforts de la matière en travail de dilatation. Les mêmes résultats se sont produits sur la colonne de ciment de Campbon, quoique plus lentement, sans doute parce que ce ciment était déjà vieux et notablement éventé. Il a fallu dix jours pour que le tube se fendît, mais la similitude des phénomènes est frappante.

« Les deux colonnes de ciment ont été, après trois mois, dépouillées de leur enveloppe de verre et plongées, à nu, dans l'eau. La dilatation qu'elles éprouvaient, rendue visible au moyen d'un multiplicateur, s'est continuée et n'avait pas absolument cessé au bout d'un mois. »

De ces expériences et d'autres qu'il nous paraît inutile de décrire, il résulte évidemment que la forte proportion de magnésie contenue dans les ciments de Campbon est la cause des accidents survenus dans les ouvrages où l'on a fait emploi de ces produits. La magnésie, qui, pendant la cuisson des roches calcaires, ne s'est pas combinée avec les éléments siliceux, s'hydrate ensuite avec une rapidité plus ou moins grande, lorsqu'elle vient au contact de l'eau. Nous retrouvons ici l'explication des phénomènes de rupture déjà donnée par M. Lechartier.

Les graves inconvénients qu'a présentés, dans la pratique, l'emploi des ciments de Campbon avaient échappé aux premiers essais faits au laboratoire, ou, du moins, il n'avait été fait, sur ce point, que des réserves. Les conséquences de l'autorisation d'emploi de ces ciments, dans des travaux publics, importants ont été très fâcheuses à tous les points de vue. La conclusion à en tirer, avec les auteurs de la note, c'est qu'il convient de ne recourir qu'avec la plus grande méfiance aux produits dont la composition chimique s'éloigne des proportions habituelles, s'ils ne sont pas consacrés par un long usage.

Le gérant : CH. BÉRANGER,
INGÉNIEUR CIVIL DES MINES
15, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4.

New Annals of CONSTRUCTION.

Bureaux de Direction et de Rédaction : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

TOUS LES JOURS de 4 h. à 6 h.

Nouvelles Annales DE LA CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — Nº 382 — Octobre 1886

Pl. 43-44 et 45-46.

Neue Annalen der BAUKUNST.

ABONNEMENTS ET ANNONCES : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

15 fr. par an pour Paris.
18 fr. Départements.
20 fr. Union postale.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Travaux d'agrandissement du port d'Odessa.

Pl. 43-44.

Articles antérieurs. — Nouveau port de Marseille. *Nouv. Ann.*, 1855, Pl. 33-34. — Port de Dunkerque, 1867. Pl. 17-18 et 33. — Agrandissement du port d'Alexandrie. 1874. Pl. 53-54. — Travaux du nouveau port de Brest. 1875. Pl. 7-8. — Port et bassins de radoub de Suez. 1875. Pl. 23-24. — Agrandissement du port de Trieste. 1877. Pl. 28. — Agrandissement du port de Gênes. 1877. Pl. 35-36. — Port de la Rochelle, bassin en eau profonde de la Pallice. 1882. Pl. 48-49. — Travaux de l'avant-port de Gand. 1883. Pl. 27-28. — Le nouveau port de Trieste. 1884. Pl. 12-13.

Préliminaires. — Odessa est certainement la ville, de ce côté de l'Atlantique, qui a fait les plus grands progrès en moins d'un siècle.

Un pauvre village turc de quelques centaines d'âmes, il y a à peine quatre-vingt-dix ans, elle compte aujourd'hui 250 000 habitants.

Plus de 4 000 navires viennent y mouiller chaque année, et le virement annuel de son port atteint presque le chiffre de 400 000 000 de francs.

Le port d'Odessa est complètement artificiel. Il est formé de *deux môles* d'abri et d'un *brise-lames*. L'espace compris entre ces ouvrages est partagé au moyen de trois môles intérieurs en quatre bassins (pl. 43-44, fig. 4). Entre le brise-lames et les extrémités des môles intérieurs, se trouve une vaste surface d'eau (27 hectares) très bien abritée contre tous les vents, constituant une excellente rade.

La superficie des bassins proprement dits est de 65 hectares, de sorte que tout l'espace défendu par les ouvrages actuels est de 92 hectares. La longueur de quais livrés au commerce est de 4 800 mètres. Ces deux chiffres font bien ressortir l'importance considérable du port d'Odessa qui, malgré la concurrence de l'Amérique, de l'Australie et des Indes, continue à fournir tous les ans d'immenses quantités de blé à tous les États de l'Europe.

Ce port a été fondé sous le nom de Hadjibey, par ordre de Catherine II, en 1794. Il était destiné à donner abri aux navires de guerre et à ceux du commerce.

Depuis 1794, les travaux en ont été continués jusqu'à nos jours, presque sans interruption.

Ils peuvent être divisés en trois périodes, savoir :

1794-1828, constructions de môles et d'appontements ;

1828-1863, établissement de bassins ;

1863-1885, établissement de la rade artificielle et approfondissement du port.

L'examen des travaux de chacune de ces périodes fera l'objet d'un chapitre spécial. Mais comment pourrait-on faire la critique des travaux d'un port ? Comment saurait-on apprécier l'utilité des ouvrages construits, si la description de ces ouvrages n'était point précédée d'une étude du régime des vents, des vagues, des courants, etc. ?

Régime de la mer dans la baie d'Odessa. — La baie d'Odessa se trouve dans l'angle Nord-Ouest de la mer Noire. Elle était autrefois l'estuaire commun de deux rivières : le Grand et le Petit Koujalnik, dont il ne reste maintenant que deux lacs (limans) séparés de la mer par d'étroites bandes de sable (pl. 43-44, fig. 1). La forme de la baie est presque celle d'un demi-cercle. Sa plus grande longueur est de 8 kilomètres. Des falaises escarpées protègent les eaux de la baie contre les vents de terre, depuis S.-S.-O. jusqu'à N.-O. Elle est complètement ouverte à tous les vents du large entre les deux aires. Les vents les plus dangereux sont ceux du Sud-Est, car ils engendrent les plus grosses vagues. Les vents de Nord et de Nord-Est sont souvent assez violents et, quoique ne donnant pas lieu à de grandes vagues, dérangent beaucoup les navires d'un faible tonnage.

La profondeur de la baie n'excède pas 13 mètres ; elle est plus considérable près des côtes Sud, comme l'indiquent les courbes de niveau de la carte générale (pl. 43-44, fig. 1). La diminution de la profondeur est partout très régulière, à l'exception des abords du cap Est où l'on trouve un assez grand banc de sable et de coquillages.

Ce banc en question doit son existence à l'action du *courant littoral*, ce puissant agent de transport des matières apportées par les fleuves ou bien soulevées par les vagues sur les bas-fonds. Les eaux de la mer se déplaçant le long des côtes en sens inverse des aiguilles d'une montre, entraînent vers Odessa tous les détritus provenant du fleuve Dniéper et de ses affluents et forment des dépôts de sable à l'entrée et à l'intérieur de la baie. L'intensité de ce courant est variable et dépend surtout de la force et de la direction du vent et de l'état du Dniéper.

Outre cette marche des sables, dans la direction de l'Est à l'Ouest, on en remarque une autre dans la direction opposée. Elle a lieu sous l'influence du courant accidentel se produisant après les grandes tempêtes du Nord, lorsque les eaux de la mer cherchent à reprendre leur position d'équilibre, momentanément détruite par l'action du vent, et reviennent avec violence vers les côtes Nord. C'est ainsi que s'est formé, le long du môle de la Quarantaine (fig. 3), un grand atterrissement qui, jusqu'aux travaux d'agrandissement du port, a menacé de pénétrer dans l'espace abrité.

Le fond de la mer dans la baie d'Odessa est constitué, entre le rivage et la courbe de 9 mètres, de sable et de coquillages. A partir de cette profondeur, le sable disparaît et l'on trouve de la vase épaisse et de l'argile.

La baie est entourée d'une plage sablonneuse à l'Ouest et de hautes falaises au Nord et au Sud. Les falaises qui atteignent jusqu'à 30 et 40 mètres de hauteur présentent des couches puissantes d'argile assises sur un banc de calcaire tendre, sous lequel on retrouve de nouveau l'argile.

Cette constitution de la côte donne lieu à des éboulements fréquents qui expliquent l'existence, au pied des falaises, d'étroites bandes de terre couvertes de monticules et de roches.

Les marées ne se faisant pas sentir dans la mer Noire, la hauteur du plan d'eau dépend exclusivement de l'intensité et de la durée des vents. La différence des hautes et des basses mers n'est d'ailleurs que de 1,525 *m*.

La houle est souvent extrêmement puissante dans la baie. Les plus grosses vagues se forment par les vents de Sud-Est. Leur plan limite d'agitation est extrêmement bas. On a vu les enrochements de fondation se déplacer à 7,60 *m* de profondeur, et des blocs artificiels d'un poids de 20 tonnes glisser sous les chocs des vagues.

La baie est couverte de glace ordinairement depuis le commencement du mois de décembre jusqu'à la fin du mois de février. La glace est en partie de formation locale ; en partie elle provient du Dniéper. Pendant l'hiver, la glace disparaît et reparaît à plusieurs reprises, mais, l'épaisseur n'en étant jamais considérable, elle ne présente point d'obstacle sérieux à la navigation.

Travaux de la première période (1794-1828). — *Le traité de Jassy* du 29 décembre 1791 donnant à la Russie tout le pays entre les embouchures du Danube et du Boug ; l'impératrice Catherine II fit commencer la construction d'une série de forteresses le long de la nouvelle frontière. C'est ainsi que le 10/22 juin 1793 ont été jetés les fondements de la forteresse Hadjibey, près d'un village turc portant le même nom, au bord de la mer Noire, là où se trouve actuellement Odessa (1).

Tout en cherchant à garantir les nouvelles possessions contre les ennemis extérieurs, le gouvernement ne perdait pas de vue les intérêts de l'agriculture et du commerce. La création d'un port maritime a été jugée nécessaire et une commission spéciale a été investie de la tâche d'en choisir l'emplacement. Elle s'est arrêtée à la baie de Hadjibey, et le 22 août/3 septembre 1794 ont été posées les premières pierres du port d'Odessa.

La rédaction du projet du port et de la ville et la direction des travaux ont été confiées à l'ingénieur de Volant, sous les ordres du vice-amiral de Ribas, nommé gouverneur de la place.

De Volant proposa l'établissement de trois bassins : un pour les navires de guerre, un pour ceux du commerce et un pour les besoins de la quarantaine, des docks, des magasins, etc... Le montant des dépenses prévues s'élevait à 2 000 000 roubles (5 000 000 de francs). Les travaux devaient être terminés en cinq années. Mais la mort de Catherine II (1796), les guerres de Paul et d'Alexandre Ier et le manque de ressources ne permirent point aux travaux d'avancer avec la rapidité voulue. Vers la fin de la première période (1828), le port était encore dans un état bien imparfait (fig. 2). Il possédait seulement le môle de la quarantaine, long de 500 mètres, le môle militaire, sur 350 mètres, et plusieurs appontements en bois, parmi lesquels le plus considérable était celui qui, plus tard, fut remplacé par le môle Platon.

Le prix de revient de tous ces travaux était de 400 000 roubles (1 000 000 de francs).

Le système de construction adopté pour les premiers ouvrages du port d'Odessa était extrêmement simple. Les môles étaient formés de deux lignes de pieux jointifs, reliés par des moises longitudinales et transversales ; dans l'enceinte ainsi préparée étaient apportés des remblais de moellons. Le battage des pieux se faisait l'hiver, car on avait tout avantage de profiter de la glace qui couvrait la baie et permettait de travailler comme sur la terre ferme.

Malgré les défauts du port, qui n'abritait que bien imparfaitement les navires contre les vents du large, et n'avait qu'une faible profondeur, l'importance commerciale d'Odessa augmentait avec une rapidité remarquable. En 1803, la ville comptait déjà 9 000 habitants. C'est à cette époque qu'elle reçut pour gouverneur le célèbre duc *Emmanuel de Richelieu*. Ses brillantes facultés, le prestige de son nom, la confiance de l'empereur Alexandre Ier ont permis au duc de rendre de grands services à la ville qui lui était devenue chère. Il a su trouver les moyens de continuer les travaux et le commerce de la ville a fait, sous sa direction, d'étonnants progrès. Bientôt la Nouvelle-Russie attira l'attention de tout l'Occident et on la nomma le « grenier de l'Europe. » En 1816, Odessa avait plus de 25 000 habitants, et la valeur des marchandises exportées pendant l'année atteignait le chiffre de 40 000 000 roubles (100 000 000 de francs). En 1817, le virement du port était de 62 000 000 roubles. Le nombre d'habitants dépassait, vers 1828, 55 000 âmes.

(1) Le nom d'Odessa a été donné à la nouvelle ville en 1795 en souvenir d'une ancienne cité grecque, Odessos, qui se trouvait près de là.

Ces chiffres suffisent pour faire apprécier le rôle qui était réservé à la nouvelle ville dans le commerce de l'Europe, et pour indiquer de quelle nécessité était l'amélioration immédiate de son port.

Travaux de la deuxième période (1828-1863). — A partir de 1828, le port d'Odessa fut placé sous la direction de l'ingénieur hollandais *Van der Fliss*, qui l'a doté de deux bassins : le *bassin de la Quarantaine* et le *bassin Pratique*. Les môles isolés qui assuraient aux navires un bien faible abri contre les vents, étaient encore moins efficaces au point de vue de la défense contre les ensablements. Van der Fliss a trouvé le moyen de remédier à cet état des choses en construisant des bassins dont les entrées étaient disposées de façon à livrer le moindre passage possible aux vagues du large et aux courants d'eau trouble.

Le bassin de la Quarantaine était formé par le môle de la Quarantaine, qui reçut un prolongement sur 180 mètres (85 sagènes) (1), et le môle Platon, reliés par le quai Bakaléjna. La longueur du môle de la Quarantaine, qui présente en plan un tracé brisé (fig. 3), était de 803 mètres (377 sagènes), sa largeur de 40 *m*, 50 (19 sagènes). La profondeur d'eau le long du môle atteignait 5 m. 50. La tête du môle, de 64 mètres (30 sagènes) de diamètre, était signalée par un feu fixe placé sur une tour métallique. La fig. 9 de la pl. 43-44, donne une idée du système adopté par Van der Fliss pour le prolongement du môle. C'est toujours une enceinte et un squelette en bois, des remblais de moellons à l'intérieur.

Du côté de la mer, il y a une ligne de pieux jointifs suivie immédiatement d'une ligne de palplanches et d'une autre également de palplanches à 5 *m*, 20 de distance. Du côté du port, il n'y a qu'une seule ligne de palplanches. Les lignes de pieux transversales sont à une distance de 2,14 *m* l'une de l'autre. L'ancienne partie du môle de la Quarantaine a été considérablement renforcée du côté du large.

Le môle Platon, long de 369 mètres (173 sagènes), et large de 32 mètres (15 sagènes), est d'une constitution analogue. Le long de deux files de pieux et palplanches sont placés des enrochements ; l'intérieur du massif est en produits de dragage.

Le même système a été adopté pour les murs de quai.

Le bassin Pratique présente en plan presque la figure d'un carré dont les diagonales ont la direction N.-S. et O.-E. L'entrée du bassin se trouve près de l'extrémité Est de la dernière diagonale. Les côtés du carré sont le môle Militaire au S.-E, le quai riverain au S.-O., le môle Androssoff au N.-O, et le môle Potapoff au N.-E.

Le môle Militaire, long de 405 mètres et large de 38 *m*, 50, défendait les navires contre les vents de S.-O. qui sont, comme nous l'avons dit, les plus dangereux. Un parapet allant d'un bout à l'autre du môle protégeait l'intérieur du bassin contre le saut des vagues. Le môle Androssoff (460 mètres sur 6 *m*, 50), était destiné à empêcher l'ensablement du bassin par le courant littoral. Le môle Potapoff (282 mètres sur 8 *m*, 50) enfin, servait de défense contre les vents du Nord.

Le système suivant lequel sont établis tous ces ouvrages, est sensiblement le même qui a été décrit à propos du bassin de la Quarantaine. Il n'y a que le môle Potapoff qui fait exception. Sa charpente a été divisée en deux parties ; l'une, sous-marine, fixe (2), et l'autre, extérieure, assemblée de façon à rendre les réparations faciles. La fig. 6 de la pl. 43-44, montre cette excellente disposition qui permit, 35 ans après la construction du môle, d'enlever la partie supérieure et de la remplacer par des blocs en béton posés directement sur l'ancienne plateforme. Le prix d'un mètre courant de ce môle a été de *1000 francs* environ.

Un quai a, de plus, été construit pendant la même période (1828-1863), entre les môles Platon et le môle Militaire sur 890 mètres, et on a fait des travaux de dragage, quoique peu considérables, dans le port afin d'en augmenter la profondeur. Le montant des dépenses de cette période est de 1 778 000 roubles (3), soit 4 500 000 francs.

En jetant un coup d'œil général sur l'ensemble des ouvrages du port d'Odessa en 1862 (fig. 3), il nous est facile de constater des changements considérables dans sa physionomie. Deux bassins assez bien abrités contre les ensablements et les vents sont offerts aux navires. L'étendue de la

(1) Un sagène russe = 7 pieds = 2,134 mètres.
(2) Le taret n'existe presque pas dans le port d'Odessa.
(3) Nous comptons un rouble pour 2 fr. 50.

surface couverte est assez grande : le bassin Pratique a 18 hect. environ ; le bassin de la Quarantaine 24 hect. environ.

Mais les besoins du commerce avaient déjà dépassé à cette époque la croissance du port, qui devenait complètement insuffisant comme espace et profondeur en présence du tonnage toujours augmentant des navires et de l'affluence de marchandises toujours de plus en plus considérable.

Travaux de la troisième période (1863-1885.) — Des améliorations radicales du port ayant été décidées par le Ministère des voies de communication, une commission d'ingénieurs et de marins fut nommée afin d'étudier la question sur place. C'est d'après les indications de cette commission qu'a été dressé par M. Avgoustinovitch, ingénieur du service du port à Odessa, l'avant-projet des travaux supplémentaires, qui fut approuvé en janvier 1863. Pour la rédaction du projet définitif, le Ministère a ouvert un concours entre les ingénieurs de tous les pays, avec un premier prix de 20 000 francs et un deuxième de 5 000 francs. Le délai de la remise des projets était le 1er août 1866. La commission nommée pour l'examen des dix-sept projets présentés a accordé le premier prix à Sir Hartley, ingénieur anglais bien connu, dont le projet a servi de base pour la rédaction du projet définitif. On a notamment conservé la trace des môles et des quais ; quant aux profils des ouvrages, on a remplacé les charpentes en bois et les enrochements de Sir Hartley par des blocs artificiels posés en assises régulières dont les avantages avaient été mis en évidence par les travaux de prolongement du môle de la Quarantaine exécutés à titre d'essai en 1866.

Le projet définitif fut approuvé le 8/20 mars 1868. Il comprenait les travaux suivants :

1° Prolongement du môle de la Quarantaine sur 1 000 mètres environ, ayant pour but de rejeter vers le large le courant littoral apportant le sable, pour ne permettre la formation de dépôts qu'à une grande profondeur ;

2° Construction d'un nouveau môle intérieur avec murs de quai (môle neuf) ;

3° Reconstruction de murs de quai et de murs extérieurs dans tous les bassins pour élargir les môles existants et pour augmenter la superficie utilisable aux opérations de transbordement, etc. ;

4° Construction d'un brise-lames.

5° Approfondissement du port.

L'exécution de ces travaux a été donnée à l'entreprise.

Le prolongement du môle de la Quarantaine est établi sur 427 mètres, en ligne droite et orienté du S.-O. au N.-E. Il est formé comme l'indique la fig. 10 (pl. 43-44) de deux murs en blocs artificiels posés par assises régulières avec redans extérieurs sur une fondation de blocs naturels. La plate-forme de cette fondation est arrasée à la cote de 6,70 *m*. La superstructure des deux murs au-dessus du niveau de la mer est en maçonnerie ordinaire avec mortier de ciment. L'intérieur du môle est constitué de deux massifs d'enrochements avec talus de 1 de base pour 1 de hauteur et de remblais ordinaires.

Le mur extérieur est d'un profil bien plus puissant que le mur de quai, et porte un parapet à sa partie supérieure. Les blocs des assises successives ne sont pas placés à joints contrariés ; bien au contraire, on a cherché à diviser tout le massif au moyen de joints verticaux allant de haut en bas en colonnes indépendantes. Ce système a donné de très bons résultats, car les tassements locaux du fond n'avaient point d'influence sur la stabilité de l'ouvrage entier.

Le prix d'un mètre courant de cet ouvrage est de 6 250 fr. en moyenne.

La section extrême du môle de la Quarantaine, appelée *môle de la Rade*, est disposée suivant un arc de cercle de 396 mètres de rayon s'inclinant vers le Nord. N'ayant point de quai, cet ouvrage n'est qu'un môle d'abri. Il est constitué d'un mur en blocs artificiels fondé sur une digue d'enrochements et portant une superstructure en maçonnerie ordinaire (fig. 11). Le talus des enrochements est de 4 de base sur 1 de hauteur du côté du large, et de 3 sur 1 du côté du port.

La mise en place des blocs artificiels s'effectuait au moyen de chariots roulant sur un échafaudage en bois établi sur pilotis. Le prix moyen d'un mètre courant du môle de la Rade a été de 7 500 francs.

Le môle Neuf divise l'espace compris entre les môles Platon et Militaire en deux bassins ; le bassin Neuf et le bassin n° 4. — Ce môle est constitué au moyen de murs de quai qui en forment le pourtour et de remblais de moellons et de terre apportés dans l'enceinte ainsi préparée (fig. 14).

Les murs de quai en blocs artificiels reposent sur une fondation de blocs naturels.

Ce même système de murs a été employé pour la reconstruction du *môle de la Quarantaine* et *du môle Platon* ainsi que pour les quais du bassin Neuf et du bassin Pratique (fig. 7, 13 et 17).

Dans les travaux de reconstruction des môles *Militaire et Potapoff* (fig. 5 et 16), Le même procédé a été appliqué, avec cette différence toutefois, que les blocs artificiels reposent non seulement sur un massif d'enrochements, mais encore sur des pieux coupés à la hauteur de la plate-forme de la fondation.

La distance entre les pieux est de $0^m,76$. Les excellents résultats obtenus par l'emploi de ce système nouveau qui écarte complètement, comme l'a fait reconnaître l'expérience, tous les inconvénients des tassements et des affouillements de la fondation, le font considérer comme un exemple à suivre dans les travaux futurs. Il est d'ailleurs très économique. Le prix de revient d'un mètre courant de mur de quai (fig. 16) a été d'environ 830 fr. en moyenne (1).

Les pieux du mur extérieur *du môle Militaire* sont encastrés dans un massif de béton, ce qui ne paraît point présenter d'avantages tout en augmentant considérablement la dépense.

Le môle Androssoff a été considérablement élargi (fig. 8) au moyen d'un mur extérieur en caissons de bois remplis de pierres et de remblais apportés entre ce nouveau mur et l'ancien môle.

Le quai Bakaléjna du bassin de la Quarantaine, qui devait être construit en premier lieu et le plus rapidement possible a été établi à titre provisoire en bois.

La fig. 15 en représente les dispositions. Le prix d'un mètre courant a été de 600 fr.

La direction, la longueur et le profil du *brise-lames* ont été l'objet d'une étude approfondie. Ce brise-lames a été établi définitivement comme l'indique le plan général (fig. 4) sur 1220 mètres (573 sagènes) et présente un mur en blocs artificiels régulièrement posés sur une fondation de blocs naturels avec une superstructure en moellons ordinaires et mortier de ciment (fig. 12).

Le prix d'un mètre courant est en moyenne de 3 173 fr. Les blocs artificiels étaient posés au moyen de grues flottantes.

Les travaux de dragages avaient été faits dans le port pendant la période 1866-1882 d'une façon continue et régulière. La profondeur du bassin Pratique a été portée à 4,68 *m*, du bassin Neuf à 7,93 *m*, du bassin de la Quarantaine à 7,32 *m*. Le cube extrait était de 1 765 000 mètres cubes. Le prix de revient d'un mètre cube s'élève en moyenne à 1 fr. 85 centimes.

Pendant la période 1863-1885 Odessa a été relié par un chemin de fer au centre du pays et un réseau de voies ferrées fut établi dans le port. Outre les voies posées au niveau des quais on a construit une estacade (fig. 4) destinée à faciliter le chargement de blé dans les bateaux.

Le chargement s'effectue très facilement par l'intermédiaire de tuyaux inclinés dont l'extrémité supérieure, en forme d'entonnoir, reçoit les grains par une trappe pratiquée dans le bas du wagon, pour les écouler dans la cale du navire. Le long du quai Bakaléjna, où l'estacade est éloignée à 41,50 *m* du bord, des transbordeurs spéciaux sont installés pour faire cette opération. Le blé y est transporté au moyen d'une courroie mue par une machine à vapeur.

Pour les chargements de naphte et de pétrole une conduite a été établie ; elle relie le port aux entrepôts de ces huiles. Cette branche du commerce ayant pris récemment un grand essor, des bassins spéciaux seront bientôt créés pour répondre à ses besoins.

En dehors de ces travaux on va procéder bientôt à la construction d'installations de radoubs, dont l'absence se fait par trop sentir à Odessa.

---

(1) Comparer les prix des murs de quai économiques, *Nouvelles Annales de la Construction*, mai 1846.

Le montant des dépenses faites pendant la dernière période des travaux s'élève à plus de 22 millions et demi de francs.

Le prix de tous les travaux du port depuis sa création est de 29 millions francs en chiffre rond.

V. E. Timonoff,

Ingénieur, ancien élève de l'École des Ponts et Chaussées de France et de l'Institut des Ingénieurs des voies de communication de Saint-Pétersbourg.

Ferme de l'hospice d'Albart, près Saint-Illide (Cantal).

M. A. Magne, architecte.

Pl. 45-46.

Articles antérieurs. — Ferme modèle de Huysselède, *Nouv. Ann.*, 1857, Pl. 33 et 34. — Grande ferme de Liscard, 1858, Pl. 36. — Ferme impériale de Saint-Germain-en-Laye, 1869, Pl. 7-8. — Ferme de Villers-Allerand, près Reims, 1884, Pl. 1-2.

Comme dépendances de l'hospice d'Albart, dont nous avons dernièrement donné les plans (1), nous donnons aujourd'hui, (pl. 45-46), les plans, coupes, élévations et détails de deux bâtiments de ferme.

Le premier de ces bâtiments (fig. 1, 2, 3, 4, 5) comprend le fournil ou la panneterie, avec son four pour cuire le pain nécessaire à la consommation des habitants de l'hospice; à côté se trouve une petite buanderie; un hangar en appentis vient à la suite de ce premier bâtiment et sert d'abri pour le bois. Sous le fournil se trouve une cave voûtée, à laquelle on descend par un escalier intérieur droit et, au-dessus, un grenier éclairé par des fenêtres jumellées dans les pignons.

Le second bâtiment (fig. 6, 7, 9 à 16) contient, au rez-de-chaussée, une porcherie et une petite étable; à l'étage supérieur est installé un poulailler. On arrive à ce dernier par un escalier extérieur et une galerie en encorbellement ou balcon de dégagement.

La porcherie est attenante à une petite basse-cour pour la volaille (fig. 6), fermée par un muretin ou bahut, et séparée d'une autre cour réservée aux porcs par une grille en fer. Une fosse à fumier et un réservoir à purin occupent l'un des côtés de la basse-cour.

La porcherie se compose (fig. 6) de cinq compartiments séparés entr'eux par des murs minces et peu élevés, ainsi que l'indique la coupe (fig. 16). Chaque compartiment est éclairé en façade (fig. 11) par une porte-fenêtre à claire voie de bois; une auge ou mangeoire en pierre dure (fig. 9 et 10), évidée, sans angles rentrants, est disposée dans chaque ouverture, de façon à permettre le service de nourriture et à laisser un passage fermé par une porte à côté de ladite auge.

A côté de la porcherie, la petite étable pour deux vaches s'éclaire par de petites baies jumelées dans le pignon.

Le poulailler (fig. 7, 12 et 16), qui occupe l'étage au-dessus de la porcherie, a son plancher construit comme l'indique le plan (fig. 7). Les poutres et solives, débordant en façade, forment encorbellement et supportent le plancher de la galerie extérieure; celle-ci est abritée par la saillie de la toiture. Des jambes de force KK (fig. 13 et 15) soulagent les extrémités des poutres portant le balcon.

Ledit balcon s'appuie à chaque bout, sur les contreforts en pierre de taille (fig. 12, 13, 14) placés en prolongement du mur de refend et d'un pignon; les contreforts sont évidés et laissent ainsi des portes pour le passage et la circulation en façade, au rez-chaussée et au premier étage.

Le genre de construction et la nature des matériaux employés à ces deux bâtiments, sont identiques à ce qui a déjà été indiqué pour l'hospice d'Albart, bâtiment principal.

Voici le résumé des dépenses pour chacun des deux bâtiments ci-dessus décrits :

Fournil, buanderie, cave, grenier, hangar à la suite :

Terrasse et maçonnerie. . .	12 000 *fr*
Charpente.	700
Couverture.	800
Menuiserie.	570
Serrurerie.	850
Peinture, vitrerie.	220
Dépenses diverses.	1 500
Total.	16 640 *fr*

(1) Voir *Nouv. Ann.* Mai 1884.

Porcherie, étable, poulailler, grenier :

Terrasse et maçonnerie. . .	1 100 *fr*
Charpente.	1 000
Couverture.	660
Menuiserie.	800
Serrurerie.	320
Peinture, vitrerie. . . .	150
Total.	4 030 *fr*

La porcherie, le poulailler et l'étable occupant une surface couverte de 66,10 m^2, la dépense par mètre superficiel s'est élevée à environ 61 *fr*.

E. R.

REVUE TECHNOLOGIQUE

Documents sur la résistance de l'acier.

(*Deuxième et dernier article*) (1).

Essais de trempe. — La malléabilité de l'acier se détermine fréquemment par des expériences de pliage à chaud et à froid, avant ou après trempe. Les conditions à imposer, pour ce genre d'essais, varient naturellement suivant les usages auxquelles l'acier est destiné. Dans la marine, les tôles d'acier, pour constructions, doivent, après trempe, être pliées de manière à présenter une courbure permanente dont le rayon minimum, mesuré intérieurement, ne soit pas supérieur à l'épaisseur du barreau essayé. Les tôles pour chaudières doivent être pliées en deux, à plat, de manière que les deux moitiés soient complètement appliquées l'une sur l'autre. Après ces épreuves, elles ne doivent présenter aucune trace de rupture.

Pour toutes les qualités d'acier, la trempe augmente la résistance à la rupture et diminue l'allongement; elle a surtout pour effet d'élever la limite d'élasticité, en la rapprochant de la charge de rupture, principalement dans les aciers durs.

Pour un même acier, les effets de la trempe sont d'autant plus prononcés que le refroidissement est plus rapide; aussi la trempe à l'eau produit-elle des modifications plus sensibles que la trempe à l'huile.

Epreuves au choc. — Les essais de résistance au choc, exécutés sur des barreaux découpés dans des tôles ou pièces d'acier, ne donnent pas, en général, de résultats différents, au point de vue du classement des aciers, de ceux qui sont fournis par les essais de rupture à la traction. On peut donc s'en dispenser pour les aciers destinés aux constructions.

Emploi de l'acier. — Les précautions à prendre dans la mise en œuvre de l'acier se déduisent du mode de constitution de ce métal. Tout choc, tout déchirement violent peut avoir pour conséquence une altération des parties ébranlées. Le poinçonnage d'un trou, par exemple, désagrège les parties voisines de celles où l'action de l'outil s'est exercée, les met dans un état nuisible, non seulement à leur résistance propre, mais encore à celle de l'ensemble de la pièce, dans laquelle peuvent se propager les fissures et les solutions de continuité produites par l'action violente de l'outil. Il faut donc, si l'on veut conserver à la pièce sa résistance, enlever les parties altérées. D'après les expériences de M. *Barba*, la zône altérée par l'opération du poinçonnage ne s'étend guère à plus d'un millimètre et demi des bords des trous. Il convient donc de percer les trous au poinçon à un diamètre inférieur de 3 à 4 millimètres à celui qu'ils doivent avoir et de les amener ensuite, par l'alésage, à leur diamètre définitif. Cette opération peut être complétée utilement en arrondissant légèrement à la lime les arêtes de ces trous.

L'altération produite par l'action de la cisaille ne s'étend pas à plus d'un millimètre des bords; elle est même plus faible, lorsque les lames de l'outil sont bien ajustées, et il peut suffire alors d'enlever les bavures à la lime.

Les outils qui n'agissent que sur de petites surfaces, comme les outils des tours, des machines à raboter, à limer, à percer, etc., ne produisent pas de désagrégation.

Les altérations, produites par les outils ou par les chocs,

(1) Voir *Nouv. Ann.* Septembre 1886.

disparaissent par l'action du recuit. Mais c'est là une opération impraticable, en général, pour les grandes pièces de ponts.

Rivure. — Pour l'assemblage des pièces d'acier, il semble naturel, à priori, d'employer des rivets du même métal, de manière à conserver l'homogénéité de la construction; mais l'emploi des rivets d'acier n'est pas sans présenter d'assez sérieuses difficultés, au moins lorsqu'ils atteignent une certaine longueur. Pour éviter une contraction trop forte, qui pourrait faire sauter les têtes, on ne peut pas les porter à une température supérieure au rouge cerise, et il faut que le martelage soit terminé à une température suffisante pour que le recollement des parties ébranlées par le choc puisse se produire. Ce sont là des conditions difficiles à réaliser pour le rivetage à la main. Aussi, certains ingénieurs préfèrent-ils, pour l'assemblage des tôles d'acier, l'emploi des rivets en fer, en se résignant à augmenter leur diamètre ou leur nombre, afin de mettre leur résistance en rapport avec celles des tôles. D'autres ingénieurs regardent, au contraire, comme préférables, les rivets en acier, en ayant soin d'employer, pour cet objet, un métal présentant des conditions spéciales de malléabilité.

Épreuves sur les pièces terminées. — Quelque nombreuses qu'elles soient, les épreuves exécutées sur des barreaux découpés dans les tôles et cornières destinées à entrer dans la composition d'un grand ouvrage, comme un pont métallique, ne sont pas suffisantes pour donner toutes les garanties désirables de sécurité. On n'est jamais absolument certain, surtout avec l'acier, que les pièces, après l'achèvement du travail, n'ont pas subi intérieurement des modifications qui en altèrent la résistance et qui les exposent à se rompre brusquement, sous l'action de causes relativement minimes. Il conviendrait donc, pour se mettre à l'abri de tout accident, d'essayer isolément chacune des pièces, après son achèvement, en lui faisant supporter un effort un peu supérieur à celui qu'elle aura réellement à subir dans l'ouvrage dont elle doit faire partie. Ce serait là évidemment une très grande sujétion, eu égard aux dimensions de certaines pièces, comme les grandes poutres; mais peut-être pourrait-on se borner à opérer sur des fragments de ces poutres. Ces épreuves, qui se feraient à l'atelier, avant le montage définitif, ne dispenseraient pas, naturellement, des épreuves par surcharges fixes ou roulantes, auxquelles on soumettrait l'ouvrage terminé, comme on l'a fait jusqu'ici pour les ponts en fer.

Conditions à exiger de l'acier. — A quelles conditions devront satisfaire les aciers employés dans la construction des ponts? Les usines peuvent fournir, à volonté, des aciers présentant, à la rupture, des résistances données, comprises entre 40 et 80 *kg* par millim. carré. Au premier abord, on est tenté de profiter, dans la plus large mesure, de la supériorité de résistance de l'acier, par rapport au fer, et de choisir des aciers pouvant supporter, sans se rompre, des charges de 60 *kg*, et même davantage. C'est ce qui a été fait, en Hollande, pour les premiers ponts construits en acier, et c'est là aussi la cause de leur insuccès et du discrédit dans lequel est tombé l'emploi de l'acier dans ce pays.

Ces aciers, relativement durs, contenant une trop forte proportion de carbone, présentent, en effet, à un haut degré, tous les inconvénients précédemment signalés, et leur emploi, dans la construction des ponts, ne peut donner que de mauvais résultats.

La résistance à la rupture n'est pas le seul élément à considérer pour un métal destiné à ce genre de construction. Il faut, en outre, qu'il possède la malléabilité nécessaire pour être mis en œuvre et qu'il ne soit pas cassant. Ces deux conditions se traduisent par une limite au-dessus de laquelle doit rester maintenu l'allongement, au moment de la rupture.

La qualité de l'acier à adopter doit donc, avant tout, être définie par l'allongement minimum qu'il pourra subir, au moment de la rupture. Quant au chiffre à admettre, il peut se déduire de la discussion des chiffres adoptés dans divers services pour des usages analogues de l'acier.

Le cahier des charges de la marine exige 22 p. 100, en moyenne, pour les tôles destinées aux constructions et ayant des épaisseurs de 8 à 20 *mm*.

La compagnie du chemin de fer P.-L.-M. demande un allongement minimum moyen de 25 p. 100 pour les aciers destinés aux entretoises et tirants de locomotives.

Dans certains ponts construits, on s'est contenté d'un allongement minimum de 18 p. 100; pour d'autres, on a exigé qu'il fût, au moins, de 20 p. 100, aussi bien pour les pièces comprimées que pour les pièces tendues.

Dans ces conditions, il semble qu'on pourrait stipuler que les aciers, destinés à la construction des ponts, devraient être capables de subir un allongement de 22 p. 100 au moins, pour la moyenne de toutes les épreuves correspondant à une même livraison, sans qu'aucune épreuve isolée puisse donner un chiffre inférieur à 18 p. 100.

Résistance. — La limite d'allongement fixée, quelle résistance à la rupture devra-t-on exiger?

Dans l'état actuel de la métallurgie, un acier qui donne plus de 20 p. 100 d'allongement ne saurait guère donner, en moyenne, pour les tôles de 8 à 20 *mm* d'épaisseur, plus de 50 à 55 *kg* de résistance à la rupture. Encore ce chiffre, qui s'obtient dans quelques usines, ne saurait-il être considéré comme de pratique courante, et il serait plus prudent d'admettre qu'un allongement de 20 à 22 p. 100 ne comporte qu'une résistance de 45 à 40 *kg* par millim. carré.

Avec les conditions d'allongement indiquées précédemment, on pourrait donc demander que la résistance à la rupture des tôles d'acier soit d'au moins 45 *kg* par millim. carré, pour la moyenne des épreuves applicables à une fourniture, sans qu'aucune épreuve isolée puisse donner un chiffre inférieur à 40 *kg*.

Rivets. — Si les rivets doivent être en fer, on ne peut admettre qu'un métal de qualité supérieure, donnant au moins à la rupture 18 p. 100 d'allongement et 36 *kg* de résistance par millim. carré. Si les rivets doivent être en acier, il faut employer un acier très doux, très malléable, s'allongeant au moins de 25 p. 100, avant rupture. Les fers ou aciers pour rivets pourraient, en outre, être soumis à des essais de soudabilité.

Essais de trempe. — Tous les aciers, aussi bien les tôles et cornières que les barres destinées à la confection des rivets, devraient, d'ailleurs, subir, outre les épreuves de rupture par traction, des essais ayant pour but de s'assurer qu'ils ne se modifient pas sensiblement sous l'action de la trempe, au point de vue de la ductilité et de la malléabilité.

Coefficient de résistance. — Il reste à fixer le coefficient de résistance à adopter, dans les calculs de ponts, pour un acier remplissant les conditions qui viennent d'être définies.

Pour le fer, le chiffre de 6 *kg* par millim. carré est devenu classique, en France, dans la construction des ponts. L'adoption de ce chiffre unique, qui ne tient compte, ni du sens des efforts, ni de leurs variations, est difficile à justifier. La France est, du reste, aujourd'hui, le seul pays où l'on ait conservé un même coefficient applicable à tous les cas, aux charges permanentes ou intermittentes, constantes ou variables, fixes ou roulantes, etc. Et cependant, depuis l'origine de la construction des ponts métalliques, les conditions des surcharges que doivent supporter les ouvrages, se sont profondément modifiées, surtout en ce qui concerne les ponts de chemins de fer. Le poids des locomotives a notablement augmenté, et la charge par essieu est passée de 10 à 14 tonnes au moins.

Il résulte de ces diverses modifications que, dans des ponts dont la construction remonte au delà de 25 à 30 ans, les pièces accessoires et même les poutres principales doivent subir, aux points les plus fatigués, sous l'action des surcharges les plus défavorables, des efforts qui ne sont sans doute guère inférieurs à 8 *kg*, alors que leurs dimensions ont été calculées dans l'hypothèse d'un effort maximum de 6 *kg*. Ces efforts exagérés sont d'ailleurs intermittents, ce qui les rend encore plus dangereux, au point de vue de la conservation des métaux. Or, les ponts dont il s'agit se comportent bien, en général, sous ce surcroît de charge; comme, d'un autre côté, les fers entrant dans leur construction ne doivent guère avoir une résistance à la traction supérieure à 32 *kg*, on est amené à conclure qu'ils supportent aujourd'hui, dans des conditions qui paraissent satisfaisantes, des efforts non permanents, atteignant le quart de leur résistance à la rupture.

Des aciers qui résisteraient, avant de se rompre, à des charges moyennes de 45 *kg* par *millim.* carré, pourraient donc, dans les mêmes conditions de sécurité, supporter des efforts atteignant 11 *kg*. Dans les divers ponts construits jusqu'à ce

jour, le coefficient de résistance, admis dans les calculs, se trouve varier de 9 à 11 *kg* environ.

Il est probable que lorsqu'on aura acquis, dans le nouveau métal, une confiance qui manque encore aujourd'hui, on n'hésitera pas à adopter, comme coefficient normal, le chiffre de 10 *kg*, qui laisse encore à l'accroissement des charges une marge à peu près suffisante. Cet accroissement sera sans doute moins accentué dans l'avenir qu'il l'a été depuis l'origine des chemins de fer. Mais, même en admettant ce qui paraît peu probable, une nouvelle augmentation d'un tiers dans les charges roulantes, l'effort maximum, ne s'accroissant que dans une proportion un peu moindre, atteindrait à peine 13 *kg* dans les ponts calculés avec le coefficient 10 et serait, par suite, encore admissible à la rigueur.

On arrive à des conclusions analogues, si, au lieu de comparer l'effort maximum à la résistance à la rupture, on le compare, comme on le fait quelquefois, à la limite d'élasticité.

Toutefois, pour tenir compte de ce que le nouveau métal n'est pas encore parfaitement connu et aussi de ce que les considérations précédentes peuvent présenter d'incertain et d'aléatoire, il serait sans doute prudent, dans les premières applications, d'adopter le chiffre de 9 *kg* seulement, que M. l'ingénieur en chef *Lavoinne* a admis dans le projet de pont en acier de Rouen. On se tiendrait alors dans des conditions de sécurité absolument satisfaisantes.

Mode de calcul. — Pour les calculs des ponts en acier, il serait bien à désirer qu'on renonçât à la pratique défectueuse d'un coefficient unique pour tous les genres d'efforts. Les pièces d'un même pont se trouvent, en effet, au point de vue de l'effort maximum qu'elles subissent, dans des conditions bien différentes. Qu'on prenne, en effet, un pont en fer dont les différentes pièces ont été calculées par la méthode ordinaire, de manière à supporter, sous l'action de la surcharge maximum, un effort de 6 *kg* par millim. carré. Cette surcharge maximum, qui sera réalisée pendant les épreuves par un train de locomotives, par exemple, ne se reproduira ensuite que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles, peut-être même jamais. Les surcharges de service courant seront, en général, beaucoup moindres, de sorte que, dans les parties principales, l'effort de 6 *kg* ne sera, pour ainsi dire, jamais atteint; dans les conditions normales, le métal ne subira qu'un effort de 5 *kg*, par exemple, au plus. D'un autre côté, lorsque le pont est vide, ces mêmes parties supportent tout le poids permanent et, aux points fatigués, l'effort, sous l'action de ce poids, ne descend jamais au-dessous d'une limite assez élevée, 3 *kg*, par exemple.

Au contraire, dans une entretoise, l'effort maximum de 6 *kg*. sera atteint toutes les fois qu'il passera, au-dessus d'elle, un essieu chargé à la limite admise, c'est-à-dire très fréquemment, et même à des intervalles successifs assez courts pour que le métal n'ait pas le temps, entre une charge et la suivante, de reprendre sa position d'équilibre. D'un autre côté, dans l'intervalle du passage des trains, cette même entretoise, n'ayant à porter qu'une portion très petite de la charge permanente, ne subira plus qu'un effort insignifiant, 1 *kg*, par exemple.

Ces entretoises, soumises à des charges brusques, rapidement intermittentes et variant de 1 à 6 *kg* par millim. carré, se trouvent évidemment dans des conditions de résistance moins favorables que les poutres, et il est, dès lors, peu rationnel d'en calculer les dimensions en partant du même coefficient de résistance. Une circulaire de l'administration suffirait pour fixer les règles qui doivent guider les ingénieurs dans ces circonstances.

Considérations diverses. — L'augmentation de la résistance de l'acier, comparativement au fer, aura pour effet de permettre une réduction des dimensions de la section transversale des poutres de pont. Cette réduction résultera encore d'une autre considération relative à la flèche que prendront les poutres, sous l'action des surcharges. Toutes choses égales, la flèche, produite sur une poutre par une surcharge, est en raison inverse du moment d'inertie de la section transversale de cette poutre et du coefficient d'élasticité de la matière.

Or, le coefficient d'élasticité du fer n'est guère que 18 000 *kg* par millim. carré, tandis que celui de l'acier est 22 000 *kg* environ. Le rapport de ces deux coefficients est, en chiffre rond, 0,80. Un calcul très simple montre qu'une poutre en acier, pour conserver la même flèche qu'une poutre en fer, doit avoir une hauteur égale aux 6/3 de celle de cette dernière.

Cette augmentation de la hauteur permet une diminution de la section transversale des semelles de la poutre en acier, qui doit être les 5/9 seulement de celle des semelles de la poutre en fer.

Ces résultats ne constituent, d'ailleurs qu'une indication, car on a négligé, dans le calcul, l'influence sur la flexion des âmes des poutres. D'un autre côté, l'augmentation de hauteur de la poutre en acier correspond, toutes choses égales, à une augmentation du poids de cette partie et elle entraîne, en outre, le renforcement des pièces de contreventement. Il faut donc bien se garder de prendre le rapport 5/9 comme celui des poids totaux de deux poutres, en acier et en fer, capables de résister aux même surcharges.

Acier coulé. — En dehors de l'acier laminé, on pourrait employer aussi, pour la construction des ponts, l'acier coulé, comme on employait autrefois la fonte.

Tous les aciers passant par l'état liquide, il est facile, en les coulant dans des moules appropriés, de donner immédiatement aux pièces leurs formes définitives. Si, sous cet état, l'acier n'a encore reçu qu'un petit nombre d'applications, cela tient à la difficulté de l'obtenir sans soufflures, c'est-à-dire débarrassé des bulles d'air ou de gaz qui restent emprisonnées dans sa masse et y produisent des cavités, plus ou moins grandes, naturellement peu favorables à la résistance.

J. Whitworth est parvenu à faire disparaître les soufflures de ses aciers coulés, en les soumettant, avant leur refroidissement, à une pression énergique, qui chasse les bulles d'air; mais ce procédé paraît assez coûteux. A Terre-Noire, on obtient des aciers coulés, sans soufflures, par l'addition d'une petite quantité de silicium, qui rend le métal plus fusible: les bulles peuvent alors se dégager, ou du moins se réunir dans la partie supérieure du lingot. Il suffit alors de laisser à celui-ci une masselote d'un volume suffisant pour qu'il en soit complètement débarrassé.

D'autres usines laissent subsister des soufflures, mais elles sont parvenues à les régulariser dans la masse, de telle sorte que les aciers qui les contiennent présentent encore une sorte d'homogénéité, et une résistance suffisante pour certains usages. Mais il serait sans doute difficile de s'en contenter pour des ponts.

L'acier coulé sans soufflures a, dans son état naturel, une résistance à peu près égale à celle de l'acier laminé ordinaire. On obtient des aciers coulés dont la résistance à la rupture varie de 45 à 65 *kg* par *mm* carré; mais ils diffèrent des aciers ordinaires en ce que la faculté d'allongement s'abaisse à 8 ou 9 p. 100 pour les qualités les plus douces, et devient presque nulle pour celles qui correspondent à des résistances supérieures à 55 *kg*.

Dans cet état naturel, l'acier coulé sans soufflures présenterait encore sur la fonte des avantages très appréciables. Avec une résistance à la compression au moins égale à celle de la fonte, il aurait, à l'extension, une résistance beaucoup plus grande, puisqu'elle pourrait atteindre et dépasser 45 *kg*, alors que les bonnes fontes de moulage ne supportent guère des efforts supérieurs à 15 ou 20 *kg* par *mm* carré. Mais ce qui le rendrait surtout préférable à la fonte, c'est la faculté de s'allonger avant la rupture, et d'être, par suite, beaucoup plus résistant aux chocs.

Les avantages de l'acier coulé, comparé à la fonte, déjà très appréciables, lorsqu'on l'emploie dans son état naturel, deviennent bien plus prononcés lorsqu'après l'avoir coulé, on le soumet à la trempe et au recuit.

L'acier coulé, trempé à l'huile et recuit, acquiert une résistance un peu plus grande que celle de l'acier naturel, mais il prend surtout la faculté de s'allonger à peu près autant que l'acier laminé, soit d'environ 20 pour 100. Il acquiert alors une résistance aux chocs infiniment plus grande que celle de la fonte.

Un barreau en fonte à section carrée, de 100 *mm*. de côté, placé sur des points d'appui distants de 1 *m*, se rompt sous le choc d'un mouton de 100 *kg*, tombant d'une hauteur d'un mètre environ, tandis qu'un barreau semblable, en acier coulé et trempé à l'huile, peut supporter, sans se rompre, le choc du même mouton tombant d'une hauteur de 4 mètres.

On comprend de quelle utilité peut être un pareil métal dans la construction des ponts. La facilité de donner aux pièces, par la coulée, leurs formes définitives, si compliquées

qu'elles soient, lui donne tous les avantages de la fonte, en même temps que sa résistance, sa malléabilité, après trempe et recuit et sa faculté d'allongement, avant la rupture, le rendent, au point de vue de la sécurité, préférable aux meilleurs fers forgés et laminés. La trempe ne serait sans doute pas nécessaire pour les aciers destinés à la construction des ponts et le recuit, opéré dans des conditions convenables, suffirait probablement.

Les raisons, qui ont amené peu à peu l'exclusion de la fonte, ne subsistent pas avec ce métal coulé, et il est à désirer que l'usage en soit essayé dans des conditions judicieuses. Il est déjà employé avec succès pour la construction des affûts de canons, pièces qui sont soumises à des chocs énergiques et pour lesquelles la fonte ne donnerait évidemment que des résultats complètement défectueux.

L'acier coulé, employé même à l'état naturel, pourrait en toute sécurité, supporter à la compression, par millim. carré, des efforts de 15 *kg* au moins, c'est-à-dire quadruples de ceux qu'on demande à la fonte. On pourrait donc, toutes choses égales d'ailleurs, faire en acier coulé des arcs d'une portée quadruple de celle des arcs en fonte, soit de 250 mètres, puisqu'on fait couramment, en fonte des ponts en arc d'une ouverture de 60 mètres.

Toutefois, et jusqu'à ce que l'acier coulé ait été employé assez fréquemment pour que l'on ait acquis une connaissance bien complète de ses propriétés, il peut sembler prudent d'en restreindre l'usage aux ouvrages de dimensions ordinaires.

Résumé. — En résumé, et en laissant de côté ce qui concerne l'acier coulé, encore peu connu, l'acier laminé qui, en France, n'a encore reçu qu'un petit nombre d'applications à la construction des ponts, pourrait, dans l'état actuel de la métallurgie, être substitué au fer, lorsqu'on a besoin de beaucoup de résistance, unie à beaucoup de légèreté. L'emploi de ce métal permettrait d'aborder, pour les ponts, des ouvertures notablement supérieures à celles que l'on peut obtenir avec le fer. Il est probable que l'usage de l'acier se développera peu à peu, lorsque le nouveau métal sera mieux connu et qu'on aura fait disparaître les appréhensions et les défiances dont il est l'objet, à la suite des accidents survenus dans ses premières applications à l'étranger. C'est là le seul obstacle à ce développement, et il est sérieux. L'ingénieur ne saurait, en ce qui concerne l'acier, déployer trop de soins, trop de zèle, pour s'assurer que l'entrepreneur a réellement fourni un métal de bonne qualité; les essais doivent porter, sinon sur toutes les tôles et barres profilées à employer, ce qui serait impraticable, mais au moins sur le plus grand nombre possible, nombre qu'il convient de déterminer à l'avance dans les cahier de charges et dont il pourrait être utile de tenir compte explicitement dans la fixation du prix.

Enfin, il pourrait être nécessaire, au moins dans les premiers temps, de ne faire, pour la construction des ponts en acier, que des marchés de gré à gré, ou des adjudications restreintes, auxquelles ne seraient admises que les usines convenablement outillées, habituées à apporter à l'exécution des ouvrages qui leur sont confiés un soin qui manque quelquefois dans les ateliers de second ordre. La construction devrait, d'ailleurs, même dans ces usines, être minutieusement surveillée, afin de s'assurer que toutes les précautions sont prises pour une bonne exécution.

Les pièces terminées, les entretoises, les tronçons de grandes poutres, etc., devront toutes, sans exception, être soumises, à l'usine, à des efforts de flexion un peu supérieurs à ceux qu'elles auront à supporter en place, sous l'action des surcharges d'épreuve. Pendant ces essais, on les examinera avec le plus grand soin et on s'assurera, par tous les moyens possibles, qu'elles supportent ces efforts dans de bonnes conditions de résistance.

On aura ainsi toutes les garanties de sécurité et on sera, autant que possible, à l'abri des accidents qui ont signalé quelques-uns des emplois de l'acier.

Ces précautions, ces épreuves de toute sorte augmenteront un peu le prix de revient des ponts en acier qui sera, de ce chef, et indépendamment du prix de la matière elle-même, supérieur à celui des ponts en fer. Aussi, l'adoption de l'acier ne sera-t-elle justifiée, en général, que dans les cas où l'usage du fer serait impossible, soit par l'étendue des espaces à franchir, soit par la nécessité d'une légèreté exceptionnelle.

Cette conclusion, toutefois, n'a rien d'absolu, et, comme le prix de l'acier, avant sa mise en œuvre, est sensiblement le même aujourd'hui que celui du fer, il pourra arriver que, même pour les ouvrages de dimensions ordinaires, l'augmentation du prix de la façon des ponts en acier soit compensée, et au delà, par la diminution du poids, et qu'il y ait économie à l'employer partout. Il est possible aussi que, lorsqu'on aura acquis de ce métal une expérience suffisante, on juge superflues quelques-unes des précautions et des épreuves regardées aujourd'hui comme nécessaires et que le prix de la main-d'œuvre en puisse être diminué d'autant. Mais il faut, pour cela, que l'on commence à l'employer à l'imitation des Ingénieurs américains et anglais, qui nous ont devancés dans cette voie et pour lesquels n'existent plus aujourd'hui les appréhensions qui nous arrêtent encore.

CHRONIQUE

Emploi du bois de hêtre dans les constructions.

Les inconvénients que présente le bois de hêtre au point de vue de son emploi dans les constructions sont nombreux. Il pourrit plus vite que d'autres essences de bois d'une apparence de résistance moins bonne, il manque d'élasticité et casse facilement, surtout après avoir été employé pendant quelque temps, même à l'abri de l'humidité, car il est sujet à la pourriture sèche. De plus le bois de hêtre se fendille facilement et les fentes prennent souvent un caractère si prononcé qu'elles compromettent les ouvrages exécutés.

On a bien employé avec plus ou moins de succès divers procédés de conservation, qui combattent ces divers défauts du bois de hêtre, mais les dépenses qu'entraîne la préparation sont généralement considérables et l'on hésite souvent pour ce motif à y recourir.

Il a été constaté que le bois de hêtre non préparé, exposé à des secousses, se trouve plus à l'abri de la pourriture sèche que s'il n'en subissait pas, et que l'imprégnation avec du goudron contenant environ 20 0/0 d'acide phénique prolonge considérablement la durée du bois de hêtre.

La conservation du bois de hêtre a de même été obtenue, il est vrai, d'un façon moins satisfaisante, mais toujours encore appréciable, par l'imprégnation avec de l'acétate de zinc, du chlorure de zinc ou du sulfate de cuivre. Le bois de hêtre ainsi préparé, exposé à l'humidité, a une durée bien supérieure à celle qu'il aurait à l'état naturel.

On a souvent employé des traverses pour chemins de fer en bois de hêtre, préparées avec les substances sus-indiquées, et l'on y a trouvé avantage.

L'inconvénient de cette essence de bois d'être plus que toute autre exposée à se fendre et à se déjeter, ne disparaît pas tout à fait par l'imprégnation.

M. H. J. Havenith s'est attaché à étudier cette particularité du bois de hêtre, et il estime que le traitement de ce bois par la vapeur est le moyen le plus efficace pour combattre cet inconvénient.

Il constate du reste que le retrait, lors de la dessiccation est bien plus considérable dans l'essence de hêtre dans le sens perpendiculaire aux rayons médullaires que dans le sens de ces rayons.

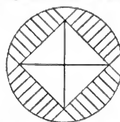
Dans les autres bois les différences de ces retraits sont faibles, ainsi pour le bois de sapin :

Dans le sens des rayons médullaires.	2,08 0/0
— perpendiculaire aux rayons médullaires.	2,62 0/0
Différence.	0,54 0/0

Tandis que pour le hêtre :

Dans le sens des rayons médullaires.	5,25 0/0
— perpendiculaire aux rayons médullaires.	7,03 0/0
Différence.	1,78 0/0

Il résulte de cette observation, que pour éviter que les pièces débitées dans un tronc de hêtre ne se fendent ou se déjettent, il suffit d'avoir soin de ne pas faire entrer, lors du débit, le cœur et l'aubier dans une même pièce.



Ainsi, en débitant un tronc de hêtre en poutres et planches, on fera bien de suivre le diagramme ci-contre afin que les planches se déjettent et se fendent le moins possible. Plus les planches seront étroites, moins les changements de forme seront appréciables.

Le bois de hêtre étant moins exposé que tout autre bois à s'écharder, il convient, grâce à sa densité et dureté, très bien aux divers emplois pour planchers et parquets, pourvu que les précautions sus-indiquées aient écarté les défauts qui lui sont propres.

On cite des exemples de planchers en hêtre, ayant mieux résisté que ceux en chêne. Les ateliers des établissements Krupp à Essen en sont venus depuis de longues années à n'employer que le hêtre pour les planchers.

Après avoir pendant longtemps considéré le bois de hêtre comme impropre à la majeure partie des emplois, il y a maintenant une tendance à lui attribuer une supériorité pour certains usages.

Pour démontrer cette supériorité au point de vue de l'emploi pour pavages, M. Havenith a fait, en mars 1886, des expériences qui méritent d'être citées.

M. Havenith opérait dans une scierie située à Bierstein; une meule en grès à gros grains, ayant 0,75 *m* de diamètre et faisant 33 tours à la minute, était employée à user les blocs qui présentaient à l'usure des surfaces de 0,08 *m* sur 0,08 *m*. La pression était toujours de 20 *kg*, soit de 0,312 *kg* par centimètre carré. La meule passait par l'eau et se trouvait ainsi nettoyée à chaque tour.

Le tableau qui résume les expériences ne présente pas seulement un intérêt au point de vue de la comparaison des diverses essences de bois, mais il montre aussi qu'il y aura avantage, en faisant des planchers, de disposer les planches de façon à faire passer les charges dans le sens des fibres. Cette indication se trouve surtout commandée pour les planchers en hêtre, qui ne sont pas exposés comme ceux en sapin à s'écharder dans le sens des fibres.

Quant aux conclusions que l'on pourrait tirer des chiffres du tableau ci-dessous, au sujet du choix de l'essence de bois pour pavages, il y a lieu de signaler que l'épandage du sable sur les pavés en sapin, réduit à la fois l'usure et les chances de chute des chevaux en rendant la surface plus rugueuse. Les pavés en hêtre seront, il faut le craindre, plus lisses que ceux en sapin, mais leur dureté et résistance à l'usure constitue une supériorité.

Numéro d'ordre	ESSENCES des bois	DÉSIGNATION		Surface perpendiculaire à la direction des fibres	Surface dans le plan des fibres	
					L'usure se faisant dans le sens des fibres	L'usure se faisant en travers des fibres
				Usure par heure en millimètres		
1	Hêtre.....	Coupé depuis 2 ans......	terrain de grès	5.80	20.75	27.30
2	—	— depuis déc. 1881, soit 13 mois.....	terrain de grès	6.60	14.75	21.00
3	—	Coupé depuis février 1885, soit 1 an..........	terrain basalt	4.00	20.00	30.00
4	—	Coupé depuis février 1885, imprégné de goudron végétal à 5 atm., 1 an, séchage préalable.........		4 25	7.70	12.00
5	Chêne....	Coupe de 2 ans.............		6 20	14.35	19.05
6	—	— de décembre 1881..........		5.50	16.00	19 00
7	—	— de février 1885..........		7.00	16 75	25.50
8	Sapin.....	Coupe de 2 ans 1/2..........		12.40	17 75	30 00
9	—	Coupe automne 1884..........		8.50	25.00	45.50
10	—	— février 1886..........		5.20	35.40	43.75
11	—	très sec (de Bavière)..........		5.85	40.50	52.00
12	Pin......	Coupe de 2 ans 1/2..........		13.75	25.70	59.00
13	—	— automne 1884..........		5.60	28.00	46.90
14	—	très sec (du Nord)..........		8.75	35.00	48.00
15	Pitchpin..	américain très sec..........		7.00	20.90	40.90

JURISPRUDENCE

Travaux publics; voie publique; suppression; préjudice causé; compétence.

Tribunal civil de Nevers (23 décembre 1885),

Et cour de Cassation (24 mars 1886).

Nous résumons ici deux décisions relatives à la compétence de l'autorité judiciaire en matière de travaux publics.

C'est d'abord un jugement du tribunal de Nevers, rendu dans les circonstances suivantes :

Un sieur Ch. avait, en vertu d'une autorisation administrative parfaitement régulière, installé un téléphone pour desservir deux magasins lui appartenant.

Un propriétaire, le sieur M., dont l'immeuble se trouvait sur le parcours de la voie téléphonique, s'opposa à ce qu'une console fût fixée à son mur pour servir d'appui au fil. Ch. dut alors installer un poteau sur la voie publique, mais il ne le fit qu'après avoir obtenu le consentement et l'indication de l'administration des Ponts-et-Chaussées.

M. se plaignit alors que l'installation de ce poteau à proximité de son immeuble lui causait un préjudice, et assigna Ch. devant le tribunal civil pour en voir ordonner l'enlèvement, et s'entendre condamner à des dommages-intérêts.

Le tribunal a jugé qu'en ce qui concernait l'enlèvement du poteau, il n'était pas compétent, l'autorité judiciaire ne pouvant, sans excès de pouvoir, ordonner la suppression ou la modification de travaux exécutés sur la voie publique, en vertu d'une autorisation administrative régulière. Mais les tribunaux ordinaires ont toujours compétence pour rechercher si l'exécution de ces travaux a causé préjudice à des tiers, et pour ordonner, s'il y a lieu, la réparation de ce préjudice.

Dans l'espèce, M. prétendait que l'installation du poteau et du fil téléphonique portait atteinte à son droit de vue, à son droit d'avoir des persiennes et à son droit de monter différents objets sur une terrasse, au moyen de poulies; en outre, il prétendait que cette installation avait diminué sa sécurité personnelle, et nécessité de sa part, de nouvelles précautions et un nouveau mode de clôture.

Le tribunal a décidé implicitement que si l'existence du préjudice prétendu était constatée il y aurait lieu à allocation de dommages-intérêts, mais, avant faire droit, il a ordonné une expertise sur ce point.

La cour de cassation a appliqué les mêmes principes en matière de compétence de l'autorité judiciaire.

Les sieurs R. et C. avaient intenté une demande en dommages intérêts contre la Compagnie générale française des tramways, pour réparation du préjudice causé par l'installation d'une voie ferrée dans les rues de Marseille. La Compagnie des tramways avait décliné la compétence de l'autorité judiciaire; la cour de cassation, saisie de la difficulté en dernier ressort, a proclamé la compétence des tribunaux ordinaires, la demande des sieurs R. et C. ne mettant pas en question l'exécution de travaux publics, mais reposant simplement sur le reproche d'une faute personnelle à la Compagnie des tramways et sur le préjudice qui résultait de cette faute.

Jules Fabre,

Avocat à la cour de Paris.

Le gérant : Ch. Béranger,

Ingénieur civil des mines

15, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4.

New Annals of Construction.

Bureaux de Direction et de Rédaction : Chez Baudry et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

Tous les jours de 4 h. à 6 h.

Nouvelles Annales DE LA CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — Nº 383 — Novembre 1886

Pl. 47-48, 49-50 et 51.

Neue Annalen der Baukunst

Abonnements et Annonces : Chez Baudry et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

15 fr. par an pour Paris.
18 fr. Départements.
20 fr. Union postale.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Nouvel Hotel des Postes, à Paris.

M. Guadet, architecte.

Pl. 47-48 et 49-50.

Le nouvel hôtel des postes, commencé le 20 décembre 1880, vient à peine d'être achevé. Nous empruntons à la conférence faite à la Société des ingénieurs civils par M. Guadet, architecte du gouvernement, auteur du projet et directeur des travaux, la plupart des renseignements qui suivent.

L'emplacement de l'hôtel des postes fut choisi à peu près à égale distance des gares actuelles et en plein centre du commerce et de l'industrie.

La cherté excessive du terrain dans ce quartier était un grave inconvénient; aussi l'architecte fut invité par l'administration à restreindre autant que possible l'espace à occuper, sans cependant négliger de prévoir les extensions à venir du service.

Ce n'est qu'après avoir étudié sur place le fonctionnement du service des postes à Paris, Londres, Cologne, Berlin, Stettin et Brême, que M. Guadet élabora son projet. Il fallait que l'édifice puisse se prêter facilement à des modifications ultérieures provenant des transformations que le service des postes peut être susceptible de subir, ce qui nécessite le moins possible de murs et de points d'appui. Vu le prix élevé du terrain, il était impossible d'établir tous les services de plain-pied, il aurait fallu au moins 30 000 *m* de terrain qui, à raison de 2 000 *fr* le mètre auraient déjà constitué une dépense de 60 millions. C'est donc par la superposition des services et par la disposition de communications verticales nombreuses (monte-charges), que l'on tourna la difficulté.

Il fallait au rez-de-chaussée des espaces libres où passent s'effectuer les mouvements des voitures. Pour ne pas perdre d'espace, c'est à couvert, au-dessous des salles de travail que s'effectuent les mouvements des voitures de poste.

Ces cours couvertes, très vastes (pl. 49-50, fig. 2), sont éclairées et aérées par de très nombreuses et très grandes ouvertures.

Avant d'entrer dans les détails d'exécution, nous donnerons d'une façon sommaire le résumé des opérations postales :

Les lettres jetées à Paris dans les boîtes sont d'abord versées au bureau de quartier où on les timbre et où on en commence le classement; de là les lettres sont portées à la grande poste, au moyen des tilburys, dans des sacs scellés répartis en « Paris, départements, étranger. » Ces sacs sont livrés au service R (pl. 49-50, fig. 2), du transbordement au rez-de-chaussée. C'est là le centre actif de l'exploitation, le lieu de la comptabilité où les retards sont constatés. Les sacs sont alors livrés aux divers services de la manipulation; ceux de Paris vont au service de la distribution au premier étage; ceux contenant des lettres à destination des départements ou de l'étranger vont au départ SS, au rez-de-chaussée.

Les lettres pour Paris passent au premier étage au rayon central E (pl. 49-50, fig. 3), où des employés classent ces lettres par rayons d'après leur adresse, ces rayons sont au nombre de onze; puis par annexes qui correspondent à l'ancienne banlieue de Paris. Chaque employé classeur a devant lui un casier de tri. Des ramasseurs passent derrière et prennent dans chaque tri les seules lettres destinées à un même rayon; elles sont ramassées dans un panier et portées à une table où le chef du rayon en distribue le contenu aux facteurs du rayon. Ceux-ci subdivisent la correspondance par quartiers postaux, chacun d'eux a le sien propre à desservir.

Chaque facteur ayant les lettres qui sont pour lui, les classe sur des tables suivant son itinéraire; puis il les place toutes classées dans sa boîte de distribution et il est prêt à prendre l'omnibus qui l'attend dans la cour de départ.

Les lettres chargées ou recommandées subissent les mêmes manipulations, mais dans des bureaux grillagés.

Les lettres pour la province arrivent au transbordement dans des sacs portant l'étiquette : « *Départements* », d'où ils vont au départ au deuxième étage en EE (fig. 4, pl. 49-50); on ouvre les sacs, on timbre les lettres, puis, suivant les cas, on dirige sur la subdivision *Lettres* en FF ou sur la subdivision *Banlieue* en GG.

Aux *Lettres*, va tout ce qui pourra être manipulé dans les *ambulants*, il s'y fait un tri, non par ville, mais par direction d'ambulants.

A la *Banlieue* va tout ce qui est à destination des localités proches de Paris où des villes, dont le trafic postal est assez considérable pour comporter un sac fermé qui n'est plus ouvert qu'à destination. La banlieue comporte des sacs pour Lyon, Marseille, etc. Le triage fait, on ramasse et on porte les lettres, par groupes correspondant aux ambulants pour les *Lettres*, aux bureaux destinataires pour la *Banlieue*, sur des tables de *Routes*; là, on revise le travail, on fait des paquets ficelés, puis l'on ferme et l'on cachète les sacs; ceux-ci sont enfin livrés au transbordement qui, après une nouvelle comptabilité afférente aux départs, les livre aux fourgons qui les porteront aux gares.

Le travail est le même pour l'étranger et aussi pour les journaux.

Ici encore les correspondances chargées se manipulent dans des bureaux grillés.

Cet exposé du fonctionnement était nécessaire à l'intelligence des dispositions indiquées par les plans. Il sera maintenant facile de saisir les grandes divisions de l'édifice.

1° Un grand bureau de poste, ouvert au public, analogue, sauf les dimensions, aux bureaux de quartier.

2° Les parties interdites au public, réservées à la manipulation et au transit, comprenant :

Le *Transbordement* avec ses cours d'arrivée et de départ;

Le service de la *Distribution* pour Paris, lettres et imprimés.

Le service du *Départ*, subdivisé en *Lettres*, *Banlieue*, *Etranger* et *Colonies*, *Journaux*.

A ces services, il faut ajouter :

La *Direction* de la Seine ;

Les bureaux de la Recette principale et de la Caisse ;

Le bureau des rebuts et réclamations ;

Le service des contre-seings (correspondance et franchise des Ministères).

Enfin quelques services ne s'y rattachant pas d'une façon obligatoire.

La partie publique s'ouvre sur la rue du Louvre (fig. 1, pl. 47-48, et 49-50, fig. 2) en un vaste portique voûté en pierre, élevé seulement de trois marches; elle restera ouverte nuit et jour.

Ce portique servant de péristyle au monument, abrite les boîtes aux lettres et aux imprimés, ainsi que deux bureaux pour la vente des timbres, cartes postales, etc.

Au milieu du péristyle, s'ouvre le grand bureau:

A gauche, se trouve la loge du *concierge;* puis, à côté, l'escalier principal qui mène aux bureaux de la *Direction*, de la *Recette principale* et des *Rebuts*, locaux répartis dans les étages du bâtiment en façade sur la rue du Louvre.

A droite, se trouve une salle de *Cabines téléphoniques*, et la salle des *Réclamations* et *Renseignements;* cette salle est aussi affectée à la correspondance ; le public y trouvera des tables pour écrire.

Le grand bureau ou salle du public occupe toute la longueur du corps principal de bâtiment en façade sur la rue du Louvre : c'est la seule partie de l'édifice qui ait reçu un peu de décoration.

Au lieu de guichets, c'est un *comptoir* de 18 *m* de long faisant face au public, pour les divers services d'affranchissements, mandats, caisse d'épargne, télégraphe, etc.

De cette grande salle, on passe à la *Poste restante* et aux *Abonnés*, sur la rue de Gutenberg ; des comptoirs remplacent encore les guichets grillés ; les abonnés ont à leur disposition des cases fermant à clef, où ils pourront venir, quand bon leur semblera, prendre leur correspondance restée en dépôt.

Les porteurs d'imprimés dits *Périodiques*, avec leur voitures, entreront, par la rue Etienne-Marcel, dans la cour des *Périodiques* (fig. 2, pl. 49-50), déposeront leurs ballots à la salle LL et sortiront de la cour des *périodiques* par la rue Gutenberg.

Cette réception des périodiques est un service considérable. Les imprimés reçus au comptoir, et comptés, sont déposés, par espèces, en des récipients métalliques munis de contrepoids qui les descendent au sous-sol (fig. 1 et 2, pl. 49-50). Là, en de grandes salles éclairées par un plafond vitré, au-dessus d'une large trémie disposée au centre de cette partie du rez-de-chaussée, les imprimés sont répartis en un grand nombre de timbreurs; une fois timbrés, ils sont placés dans des corbeilles roulantes que l'on envoie, soit à la *Distribution* pour Paris, soit au *Départ* pour les départements et l'étranger.

Au delà de la cour des périodiques une grille divise l'édifice en deux parties sur toute sa largeur. D'un côté de la grille se trouve la partie publique de la poste, de l'autre, la partie interdite au public quel qu'il soit.

Le *Transbordement* est dans l'axe de cette seconde partie.

Toutes les voitures de la poste : omnibus, fourgons ou tilburys, entrent, par la rue Jean-Jacques-Rousseau, dans la cour de l'arrivée. Les fourgons et les tilburys s'arrêtent pour décharger au quai de l'arrivée; puis ils passent derrière le transbordement, vont prendre leur place le long du quai de départ et, enfin, rechargés, sortent par la porte de la cour du départ, par la rue Jean-Jacques-Rousseau. Les omnibus suivent le même itinéraire, mais vont se remiser, tout attelés, aux stalles de remisage X, X, X, (fig. 2, pl. 49-50) ; ceux des facteurs d'imprimés contre la rue Gutenberg, ceux des facteurs de lettres contre la rue Etienne-Marcel. Tout croisement dans les cours se trouve ainsi évité.

Le sol des cours est en asphalte comprimé.

Les remisages des voitures sont délimités par des bandes de granit avec des lisses en fer, divisions rigoureusement calculées d'après l'entr'axe des voitures ; et c'est d'après cet entr'axe qu'on a fixé la cote de largeur des travées de l'édifice.

Comme on l'a déjà vu, toute cette circulation s'effectue sous les salles de travail; et il fallait cependant éviter le grand nombre de points d'appui, ce qui conduisit l'architecte à établir des planchers d'une portée de 17 *m*.

Le service des voitures de la poste comporte, dans le sous-sol, en N (fig. 1, pl. 49-50), une écurie de relais pour quarante chevaux environ; les selleries P, P, P; une cour basse O pour le pansement ; des armoires RR pour les cochers ; un magasin M d'objets de rechange pour les voitures; un dépôt de fourrages, etc.

La *Distribution* occupe le premier étage (fig. 3).

Le *Départ* occupe le deuxième étage (fig. 4).

Nous n'entrerons pas dans le détail de l'agencement de ces deux parties de l'édifice. Le parti pris de rareté des points d'appui au rez-de-chaussée, entraînait d'ailleurs les mêmes dispositions aux étages : d'où il suit que toutes les salles sont très vastes et les surfaces aussi libres que possible pour l'agencement du matériel.

Quant aux communications rapides à établir pour le service, entre ces étages, non seulement pour les personnes, au moyen d'escaliers, mais surtout pour les correspondances : il y avait là un problème assez difficile à résoudre :

Le *Transbordement* expédie, en effet, à la *Distribution* et au *Départ*, c'est-à-dire au premier et au deuxième étage, une énorme quantité de sacs; par contre, il reçoit du *Départ* une quantité non moins considérable de sacs destinés aux fourgons. Les monte-charges analogues à ceux des *Périodiques* assurent l'ascension, mais ne suffisent pas à la descente.

Car lorsque le travail du départ est terminé, surtout pour les courriers du soir, il faut que la livraison au transbordement soit, pour ainsi dire, instantanée. Il faut que des centaines de sacs soient, en quelques minutes, descendus du deuxième étage au rez-de-chaussée. Il n'est pas de monte-charges pouvant suffire à cette descente.

Voici comment l'architecte a compris cette question si importante des communications verticales :

L'ascenseur ordinaire ne pouvait ici servir de monte-charges, les distances à franchir verticalement atteignant jusqu'à 25,80 *m*; même à raison d'une très grande rapidité, on ne pouvait attendre qu'un plateau d'ascenseur fût monté, déchargé et redescendu avant de faire un nouvel envoi.

« Seul, le principe de la noria, avec ses passages continuels de véhicules, sa voie montante et sa voie descendante, m'a paru, dit M. Guadet, pouvoir offrir une solution parfaite. »

Mais il a fallu étudier ce système de noria de façon que les véhicules, simples plateaux, viennent affleurer les paliers, pour le roulement des fardeaux à charger ou à décharger; il faut que les plateaux, montant ou descendant, soient toujours maintenus horizontalement, afin qu'un paquet oublié au déchargement ne puisse tomber en descendant; il faut des intermittences automatiques de marche et d'arrêt pour la charge et la décharge; arrêt et mise en marche sans secousses; enfin tout une suite de conditions essentielles au bon fonctionnement de cette machine élévatoire si spéciale.

Des quatre monte-charges, de ce genre, déjà installés et auxquels deux autres peuvent être adjoints, chacun permet un envoi de 200 kilog. toutes les 24 secondes; soit cent cinquante fois par heure, les quatre machines peuvent donc monter ensemble 120 000 kilog. par heure.

Pour la descente des sacs, tout mécanisme devenait inutile, la pesanteur ne suffisait que trop; mais il ne fallait ni cordages ni poulies, rien de ce qui apporterait lenteur ou embarras à la descente.

C'est au moyen de surfaces hélicoïdales que l'on a pu réaliser cette prompte et difficile manœuvre de sacs devant arriver, pour ainsi dire, en avalanche, par quatre conduites distinctes — lettres, banlieue, étranger, journaux — du deuxième étage au rez-de-chaussée, soit de 15 mètres de hauteur.

Voici quelque chiffres pouvant donner une idée de l'emploi du terrain.

La surface construite totale est de 7 750 m^2 environ, tandis que la surface utile réalisée s'élève à 28 046,45 m^2.

Le tonnage total des constructions métalliques est de.		4 461 100 *kg*
Comprenant :		
Fers de constructions, solives, poutres, poitrails, etc.		2 371 700
Fontes : Colonnes.	943 400	
— Meneaux.	78 000	1 021 400
Pans de fer		225 000
Points d'appui (piliers)		338 000
Combles, faux planchers, plafonds, lanternes, ...		475 000

Ce qui produit par mètre carré de surface totale un poids moyen de 575 *kg*.

Les calorifères chauffent 116 706 mètres cubes au moyen de surfaces de chauffe d'un total de 2 000,87 m^2.

Après ce résumé des dispositions générales, donnons un aperçu du système de construction adopté à l'hôtel des Postes.

En raison des grandes portées de planchers et des charges

considérables transmises par les maîtresses poutres aux points d'appui, l'architecte a pris le parti de faire, en réalité, une construction métallique. A partir du niveau du rez-de-chaussée, les points d'appui sont en fonte. Les murs sur cours sont des pans de fer. Les piliers en fonte, les poutres et solivages des planchers, ainsi que les combles, forment un tout homogène, solidaire, invariablement assemblé. Les murs en pierre de taille des façades ne portent donc qu'eux-mêmes et ne sont qu'une clôture nervée de contreforts, qui s'opposent au déversement extérieur des maçonneries.

Les fondations et les sous-sols sont en meulière, à l'exclusion presque absolue de la pierre de taille; M. Guadet considère comme surannée la pratique des fondations en pierre de taille dans presque tous les cas : « Nos pères avaient d'excellente pierre et de mauvais mortiers ; nous avons des pierres médiocres et des mortiers excellents ; faisons donc à meilleur marché le meilleur travail. »

La chaux hydraulique du Coucou a été la seule employée dans toute la construction. Les socles, dés, bahuts, etc., sont en pierre de Souppes ; divers piliers en roche de Saint-Maximin ; les pierres d'Euville, de Laversine, de Pargny ont été employées en certaines places ; la pierre d'Hauteville aux perrons, et enfin le banc franc de Méry, pour toutes les parties en élévation. Les saillies de bandeaux ou corniches en pierre de Méry, parties exposées à la pluie, ont été durcies au moyen du fluo-silicate de MM. Faure et Kessler.

La charpente en fer est la partie la plus importante de cette construction, ainsi qu'on en peut juger par ce qui précède. Les pressions admises pour les colonnes en fonte, sont de 8 *kg* par millimètre carré; les fers travaillent à 6 *kg* par millimètre carré.

Les grandes poutres des planchers (pl. 49-50, fig. 6) sont en arcs à treillis décoratifs dans les cours et les salles du premier étage ; sous le troisième étage où l'on avait à prévoir des surcharges de 800 *kg* par mètre carré, les poutres sont droites, avec couvertures multipliées au centre, et les solivages sont en poutrelles de tôle et cornières.

Les pièces de charpente métallique sont restées apparentes dans presque toutes les parties de l'édifice, comme le montre la coupe (fig. 5).

Les couvertures sont en ardoises, à crochets pour les brisis, en zinc pour le surplus. Les chéneaux sont en fonte, système Bigot-Renaux, à joints de caoutchouc ; très larges, ces chéneaux servent aussi de chemins pour l'entretien ; outre l'économie, ils offrent l'avantage de n'avoir point de ressauts et presque pas de pente ; ils permettent ainsi, en cas d'engorgement d'un tuyau, l'écoulement par les tuyaux voisins.

Nous arrivons aux dispositions hygiéniques très importantes en un établissement dont les services comportent un nombreux personnel.

Il y a ici trois séries de canalisation : l'une, spéciale au service d'incendie, comprend les postes garnis, les sonneries d'avertissement, etc. Une autre conduit l'eau potable de la Vanne, filtrée préalablement, dans des filtres Carré. Enfin, la plus importante répartit, dans les divers services, l'eau du canal destinée aux cabinets d'aisances, urinoirs, postes d'eau et lavabos, après que toute la quantité de cette eau qui doit desservir les étages supérieurs a été, au préalable, élevée aux réservoirs, au moyen des pompes actionnées par les machines motrices qui mettent en mouvement les monte-charges.

Les cabinets sont établis par groupes, et séparés par des cloisons ne montant pas jusqu'au plafond; les sièges sont en marbre bleu turquin massif, aux formes partout arrondies; les revêtements en marbre jusqu'à hauteur d'homme; et au-dessus, en glace brute de Saint-Gobain. Ces sièges sont constamment lavés par une nappe sortant d'une rampe d'arrosage.

Au-devant des sièges, le sol est formé d'un bassin en marbre recouvert d'une grille à claire-voie, sur laquelle on marche; ce bassin est toujours plein d'eau; et les ordures ou liquides tombant ou projetés en avant du siège sont ainsi dilués dans l'eau. Sous les sièges règne un caniveau en grès vernissé, toujours plein d'eau, dans lequel tombent directement les matières fécales. Il n'y a donc ni appareils mécaniques, ni bascules. Le caniveau des matières et les bassins sont nettoyés par des chasses d'eau automatiques à intervalles réglés, des siphons interceptent toute émanation des tuyaux de chute. *Le tout* est envoyé *à l'égout*.

Les urinoirs à rampe d'arrosage sont en marbre, ainsi que les lavabos; les uns et les autres sont munis de siphons ; et toutes les canalisations sont siphonnées par le bas.

La ventilation de toutes les parties de l'édifice sera commandée, en été, par des cheminées d'appel avec rampes de gaz; et en hiver par ces mêmes appels concourant avec l'action du chauffage.

Le chauffage est obtenu au moyen de la vapeur. L'architecte a tenu à ce que le chauffage eût pour condition expresse le renouvellement de l'air : c'est donc l'air pris au dehors, par de larges bouches, qui entre pour s'échauffer au contact des ailettes des appareils de MM. Geneste, Herscher et Cie et se répand dans les salles où il remplace l'air vicié évacué alors par les cheminées d'appel.

L'éclairage est fait par le gaz jusqu'à présent; mais on étudie actuellement l'éclairage par l'électricité.

Les deux systèmes ayant l'un et l'autre leurs avantages et leurs inconvénients sont appelés à se compléter.

L'architecte compte que le crédit voté ne sera pas dépassé : dix millions et demi, environ, représentant la part de ce crédit affecté aux constructions, auront donc assuré l'exécution des baraquements provisoires au Carrousel, le pavage d'une partie de la cour des Tuileries, les installations provisoires au Carrousel et rue Jean-Jacques Rousseau, enfin la construction et l'aménagement total de l'Hôtel des Postes nouveau, y compris un outillage modèle.

Nous donnons en terminant le résumé des calculs de résistance d'une poutre de 16,80 *m* de portée ainsi que d'une ferme des grands côtés.

CALCULS DE RÉSISTANCE.

Poutre de 16.80 m *de portée*. — Par suite de la disposition spéciale des abouts des poutres, leur portée se trouve réduite à 15 *m*; leur écartement est de 5,080 *m*.


Fig. 1.

La charge par mètre courant a pour valeur :

Planchers : 5,080 × 650 *kg*	3302 *kg*
Poids de la poutre . .	248
Total. . . .	3 550 *kg*

La formule générale donne

$$R = \frac{V\mu}{I}.$$

Le moment fléchissant μ a pour valeur : $1/8\ pl^2$.

$$\mu = 1/8\ 3\,550 \times \overline{15}^2 = 99\,840$$

I de la section sans âme $\frac{I}{V} = 0{,}017204$.

$$\text{Travail } R = \frac{99\,840}{17\,204} = 5{,}80\ kg.$$

Effort tranchant au droit des appuis :

$$T = 1/2\ pl = 1/2\ 3\,550 \times 15 = 26\,625$$

Toute section verticale faite dans la poutre rencontrant 4 barres de treillis, on a donc, en désignant par ω la section de ces barres :

$$T = \omega R \times \cos \alpha,$$

d'où

$$\omega = \frac{T}{R \cos \alpha}.$$

Dans le cas présent, $\cos \alpha = 0{,}893$.

$$\omega = \frac{26\,625}{6\ kg \times 0{,}893} = 4\,970\ mm^2$$

En répartissant les sections dans la proportion de 3/5 pour les barres travaillant à la compression et de 2/5 pour celles travaillant à la flexion, on devra avoir pour les premières

$$\omega = 2\,982\ mm^2$$

et pour les secondes

$$\omega = 1\,988\ mm^2.$$

Les deux barres comprimées étant en 100 × 15, leur section est de $\omega = 3\,000\ mm^2$.

Et les deux barres travaillant à la traction étant en 100 × 10, leur section est $\omega = 2\,000\ mm^2$.

Ferme des grands côtés. — Surface correspondant à un arbalétrier AB : $9\,m \times 5{,}08 = 45{,}72$.
Charge : $45{,}72 \times 170\ kg = 7\,772\ kg$.

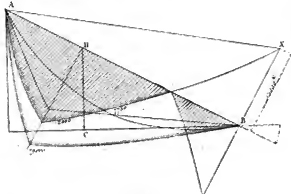


Fig. 2.

Composante normale :

$$7\,772 \times \frac{8{,}00}{9{,}05} = 6\,900\ kg \text{ environ} \quad (1)$$

Charge en CD :

$$5{,}30 \times 5{,}08 \times 250\ kg = 6\,750\ kg \text{ environ.}$$

Composante normale en D :

$$6\,750 \times \frac{8{,}00}{9{,}05} = 6\,000\ kg. \quad (2)$$

Moment maximum résultant de la charge uniforme :

$$\mu = \frac{6\,900 \times 9{,}00}{8} = 7\,750.$$

Moment de la charge isolée (2) en D :

$$2/3\ 6\,000 \times 3 = 12\,000\ kg.$$

Moment total maximum : 19 000 kg.

La charge uniforme de 7 772 kg donnne lieu à une traction

$$T = \frac{7\,772 \times 4{,}00}{4{,}30} = 7\,200.$$

D'un autre côté, le comble supérieur donne lieu au sommet, à une charge : $2{,}50 \times 5{,}08 \times 170\ kg = 2\,150$.

Celle-ci donne lieu, dans l'arbalétrier, à une compression :

$$\frac{2\,150}{2} \times \frac{9{,}05}{4{,}30} = 2\,250\ kg \text{ environ.}$$

Enfin, la charge en D donne lieu également à une compression de :

$$6\,750\ kg \times \frac{4{,}30}{9{,}05} = 3\,200\ kg \text{ environ.}$$

qui s'ajoute à la précédente

$$2\,250 + 3\,200 = 5\,450.$$

Cette compression vient ajouter à l'entrait une traction de :

$$5\,450 \times \frac{8}{9{,}05} = 4\,800\ kg.$$

La traction totale de l'entrait est donc :

$$4\,800 + 7\,200 = 12\,000\ kg.$$

D'autre part, la compression totale de l'arbalétrier est :

$$12\,000 \times \frac{9{,}05}{8} = 13\,600\ kg.$$

L'entrait s'attachant en dehors de l'axe d'appui de l'arbalétrier à une distance de 1 mètre, il en résulte, sur cette pièce, un moment au pied de $12\,000 \times 1{,}25 = 15\,000$; ce moment, agissant en sens inverse de ceux examinés jusqu'ici, il en résulte que de chacun des moments calculés précédemment, il faut déduire le dernier multiplié par $\frac{x}{l}$ ce qui revient à construire l'ancienne courbe sur la base AX.

Cela réduit à 14 000 le moment en D qui était 19 000, et en B le moment reste 15 000. C'est donc le maximum.

L'arbalétrier étant formé de quatre cornières, $\frac{100 \times 100}{12}$

$$\frac{I}{V} = 3119 \qquad \omega = 9\,000$$

$$R = \frac{15000}{3\,119} + \frac{13600}{9\,000} = 4{,}8 + 1{,}5 = 6{,}3\ kg$$



Fig. 3.

Entrait, flexion. — Partie CE. Considérant cette partie d'entrait au point de vue de la flexion, nous trouvons :

Charge $5{,}50 \times 5{,}08 \times 250 = 7\,000\ kg$

$$\text{Moment } \frac{7{,}000 \times 5{,}50}{8} = 4\,800\ kg$$

$$\frac{I}{V} = 812 \qquad R = \frac{4800}{812} = 7{,}2\ kg.$$

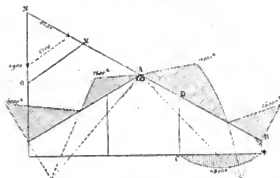


Fig. 4.

Entrait traction. — Nous supposons la traction supportée par la couverture ajoutée sous la section composée ci-contre :

$$T = 12\,000\ kg \quad \omega = 2\,500 \qquad R = \frac{12\,000}{2\,500} = 4{,}8\ kg$$



Fig. 5.

Poinçons CD. — Traction 6 750 kg, section 2 cornières $\frac{70 \times 70}{9} = 2\,358\ mm^2$.

$$R = \frac{6\,750}{2\,358} = 2{,}87\ kg.$$

Partie AM. — Charge $4{,}50 \times 5{,}08 \times 170\ kg = 3\,900\ kg$

$$\mu = \frac{3\,900 \times 4{,}50}{8} = 2\,200$$

$$\frac{I}{V} = 424$$

$$R = \frac{2\,200}{424} = 5{,}2\ kg$$



Fig. 6.

Partie MN. — Même flexion que la précédente, mais en plus une traction de 3 400 kg.

$$\frac{I}{V} = 424$$

$$\omega = 3\,600$$

$$R = \frac{2\,200}{424} + \frac{3\,400}{3\,600} = 5{,}2 + 0{,}94 = 6{,}14\ kg$$



Fig. 7.

Contre-fiche MO. — Compression 3 700 kg. Section 3 600 mm^2.

$$R = \frac{3\,700}{3\,600} = 1{,}03\ kg.$$

E. R.

Installation des Water-Closets et Urinoirs.

Pl. 51.

Parmi les appareils de plomberie domestique dont on pouvait voir le fonctionnement à l'exposition d'hygiène urbaine (caserne Lobau) à Paris, quelques-uns accusaient incontestablement des progrès sérieux.

En ce qui concerne spécialement les appareils dits de *garde-robe* ou *water-closets* et urinoirs, l'adoption du siphon comme obturateur hydraulique du conduit de chute contre les émanations des fosses, est devenue à peu près générale; les fabricants ont également adopté presque tous le système de réservoir de chasse, pour le lavage des appareils et des conduites. Enfin, plusieurs fabricants ont recherché les moyens d'éviter les inconvénients que présente un récipient restant à sec pour la réception et l'évacuation prompte des matières; les parois de la cuvette d'aisances une fois maculées, sont, en effet, difficilement nettoyées, même par une chasse énergique.

A ce point de vue, on a reconnu l'utilité d'une retenue d'eau ménagée dans la cuvette même, en dehors de celle que comporte déjà le siphon intercepteur; l'eau ainsi retenue dans la cuvette reçoit, isole et dilue les déjections avec lesquelles elle s'échappe, lors de la chasse d'évacuation.

Nous allons examiner quelques types d'appareils, présentés par des fabricants déjà connus : MM. Doulton, Geneste, Herscher et Cie, Flicoteaux, Rogier-Mothes, etc.

La fig. 1 de la pl. 51 représente la coupe d'une cuvette Doulton, avec tous les détails d'une installation complète pour un cabinet d'aisances. On voit en S la retenue d'interception hydraulique que parcourt le siphon à section circulaire formant la base de la cuvette et en M, une retenue offrant une surface assez large mais peu profonde, 0,035 *m*, de manière à préserver les parois de la cuvette et à éviter des rejaillissements désagréables au moment de la chute des matières. La forme ovoïde de cette cuvette, fig. 2, qui est recouverte d'une simple tablette de bois verni et qui reste, d'ailleurs, nue tout autour, est plus convenable pour le but qu'elle a à remplir que la forme circulaire généralement en usage jusqu'ici.

La tablette *e f*, servant de siège, se relève à charnières et la cuvette ainsi découverte, peut être utilisée pour vider les eaux de toilette, ou même faire office d'urinoir.

L'appareil en faïence est d'une seule pièce, sans aucun mécanisme, ce qui dispense d'une enveloppe en menuiserie, laisse libre la circulation de l'air et facilite le nettoyage autour de l'appareil.

En V, fig. 1, se trouve ménagé un branchement pour conduit de ventilation; la position de ce branchement est déterminée de manière à produire la ventilation en couronne du siphon, qui a pour effet d'empêcher le siphonnement par induction, c'est-à-dire l'entraînement à la chute du liquide intercepteur contenu dans le siphon; cet entraînement pourrait être occasionné par l'effet de trompe d'eau dû à un écoulement brusque et abondant venant d'un appareil voisin. Le tuyau de ventilation doit avoir son orifice de sortie, autant que possible, au-dessus des combles.

La plongée formée en *i* par le coude intérieur du siphon doit être assez forte (3 à 4 centimètres) pour parer aux éventualités d'absence des habitants et à l'évaporation du liquide de retenue, non renouvelé.

La partie du siphon en contact avec le sol du cabinet présente un empatement horizontal *h i* avec trous de vis pour la fixation au plancher.

La conduite d'évacuation ou pipe P, est en plomb pour faciliter le raccord avec l'orifice de sortie de l'appareil en *i*, et rendre le joint bien hermétique. De cette façon, tout joint de tuyau peut être évité dans la maçonnerie du mur et la pipe en plomb vient se raccorder à l'extérieur avec l'une des branches de la culotte de chute H; la descente DD est extérieure.

Il serait à désirer, au point de vue de la salubrité des appartements, que les tuyaux de chute d'aisances fussent toujours disposés à l'extérieur des bâtiments; cette disposition est, d'ailleurs, rendue possible aujourd'hui par l'emploi de chasses évacuatrices, puisque l'écoulement, se faisant dans ce cas à pleine section, a pour effet de prévenir à peu près sûrement la formation des glaces pendant les gelées.

Nous venons de voir comment s'opère l'évacuation de la cuvette, il nous reste maintenant à indiquer comment se fait le nettoyage de cette cuvette au moyen des chasses d'eau.

En R, fig. 1, est établi contre le parement du mur ou de la cloison du cabinet, un réservoir de chasse facultative, du système Doulton.

Ce réservoir se compose (fig. 3) d'un bac rectangulaire en fonte, alimenté d'eau par la conduite A (fig. 1) dont le débit est réglé par un robinet; un robinet d'arrêt *r* sert en cas de réparation; un autre robinet *o*, à flotteur ordinaire F (fig. 2) est destiné à se fermer lorsque l'eau arrive à un certain niveau *n*, *n*, et à se rouvrir lorsque le bac se vide. Un levier dont le point d'appui est fixé au bord supérieur du bac (fig. 3), porte, à l'extrémité de son bras B un crochet auquel pend une chaîne de tirage T; ce levier, lorsqu'on agit sur la chaîne, soulève une cloche en cuivre C; cette cloche a la forme d'une boîte cylindrique dont le fond est ouvert en D pour lui permettre de se déplacer verticalement le long d'un entonnoir ou branche de siphon E, fixé par sa base au fond du bac. Une rondelle à manchon DD repose librement sur le rebord inférieur de la cloche.

La coupe de l'appareil (fig. 3) montre la cloche au repos; le bac est plein d'eau, ainsi que la cloche jusqu'en *nn*. Si dans ces conditions on tire la poignée de la chaîne, fixée au mur par une plaque à glissière *p* (fig. 1), on soulève la cloche C assez vite pour que l'eau qu'elle contient soit déplacée, l'ouverture inférieure de la cloche se trouvant obstruée par la rondelle à manchon DD. De ce déplacement brusque résulte le déversement de l'eau à l'intérieur de l'entonnoir E, formant siphon avec la cloche; il se produit alors un effet de trompe qui amorce le siphon et détermine la vidange du bac réservoir.

La chasse résultant de cette vidange ininterrompue, vient par le tuyau A' et le coude en plomb *g*, pénétrer en éventail sous la coquille K, dans le bassin M qu'elle balaie; en même temps, une partie de l'eau de chasse pénètre dans l'ourlet d'irrigation qui contourne la cuvette à sa partie supérieure, et lave ainsi toute la surface des parois. La masse retombe dans le siphon S et repousse la retenue avec les matières dans le tuyau de chute.

En B (fig. 1) est figuré un châssis à bascule pour la ventilation naturelle du cabinet.

Les figures 4 et 5 représentent la disposition d'un siège commun du système Doulton. Une coquille G en grès vernissé, de forte épaisseur, est scellée au fond d'un cabinet étroit sur un appareil à siphon simple. Cette coquille, ou « siège à la turque », est destinée à remplacer les dalles en pierre, trop grossières, qui se prêtent mal au lavage, et les dalles en marbre qui sont trop coûteuses.

Une ouverture ovale (fig. 5) laisse accès dans ce siège, à la cuvette placée en dessous; des parties cannelées, rendues ainsi moins glissantes que le reste de la surface, indiquent la place des pieds sur cette plate-forme. Les parois du siège sont évasées, afin de former cuvette avec le solin en ciment qui raccorde le bord supérieur du siège avec les surfaces planes des murs ou cloisons du cabinet.

L'appareil sous le siège se compose de deux pièces, dont l'une, le siphon, est engagée dans l'épaisseur du plancher pour diminuer la hauteur du siège et dont l'autre, la cuvette, emboîtée dans le collet du siphon peut s'en séparer facilement pour les réparations. Le siphon est ventilé en couronne.

En R est figuré un réservoir de chasse par tirage et en DD le tuyau de chute, qui, dans ce cas, est disposé à l'intérieur; cette installation est supposée faite dans un pavillon spécial.

Au rez-de-chaussée de ce pavillon sont installés des urinoirs UU (fig. 4 et 6), adossés au mur, revêtus d'ardoise ou de marbre; les urinoirs sont séparés par un écran de même matière que le revêtement et porté sur une console en fer *f*. Les figures 8 et 9 donnent les détails des urinoirs, et la figure 8 montre en coupe la retenue d'eau produite dans le bassin de l'urinoir par la hauteur à laquelle est pratiqué l'orifice d'évacuation. Ce trop plein siphonné par la plongée de la paroi en *p*, arrête les émanations de la conduite d'évacuation. Le bain retenu dans le bassin est renouvelé par les chasses automatiques d'un réservoir R'' (fig. 4) dont nous allons parler. L'évacuation des urinoirs se fait par un caniveau en grès EE', fermé à son extrémité E', et légèrement relevé en E pour former une retenue, qui est renouvelée à chaque chasse et envoyée ensuite au siphon intercepteur et de là à l'égout.

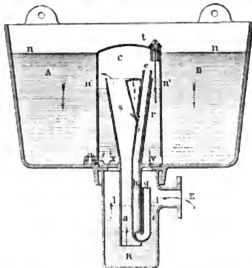
En C (fig. 7) se trouve une chambre d'interception ou regard de visite muni d'un siphon S. Un tuyau de ventilation R aboutit dans cette chambre. Une valve en mica V est toujours

ouverte quand il n'y a pas de chasse, par suite de la différence de niveau de la valve V et du capuchon sur le toit.

Lors d'une chasse, l'air refoulé ferme la valve et empêche les odeurs de sortir en A.

Le siphon S sert, au cas où le siphon de la maison viendrait à se dessécher, à empêcher les odeurs de l'égout de pénétrer dans l'appartement.

Réservoir de chasse automatique, système Doulton. — Le réservoir de chasse automatique du système Doulton se compose de différentes parties fixes : un bac AB ; un siphon S, avec cuvette de retenue, à la base en R ; une cloche C recouvrant la branche du siphon S et fixée par trois pattes au fond



du bac ; un tube régulateur *tr* et, enfin, un siphon d'amorçage *ehfg*.

Les niveaux de retenue *ll* et *hh* sont constants.

Le réservoir est alimenté par un robinet plus ou moins ouvert, débitant un filet d'eau proportionné à l'intervalle existant entre chaque chasse.

Fonctionnement. — Lorsque l'eau, arrivant par le robinet régulateur, commence à monter dans le bac, elle monte également sous la cloche, où elle s'introduit en x, y, par les intervalles laissés libres entre les pattes qui fixent cette cloche au fond du bac.

En *tr* se trouve un petit tube descendant à l'intérieur de la cloche et d'une longueur calculée à l'avance, ce tube est destiné à laisser échapper l'air contenu sous la cloche.

Lorsque le niveau de l'eau, en montant, a dépassé l'orifice inférieur *r* du tube, l'air contenu sous la cloche ne peut plus s'échapper, il se comprime alors de plus en plus, jusqu'au moment où la pression devient assez forte pour que la retenue *hfg*, sous l'action de cette pression, s'écoule brusquement de *g* en *l*, puis en E.

A ce moment, l'air de la cloche trouvant une issue par *ehfg*, le niveau extérieur *n'n'* s'élève et atteint sans résistance le niveau extérieur *nn* : en même temps le déversement de l'eau s'opère à pleine section dans le siphon S et en s'effectuant de R en E, détermine l'amorcement de ce siphon ; le réservoir AB se trouve ainsi vidé sans interruption.

En *i* est disposé une sorte de pomme d'arrosoir, par les trous de laquelle s'opère, pendant l'écoulement par le siphon S, l'infiltration nécessaire au renouvellement du liquide destiné à former retenue en *hfg* pour un nouvel amorçage et une nouvelle détente. Le léger grillage *i* a pour but d'empêcher l'introduction de solides qui auraient pour conséquence d'engorger l'étroit tube siphonné.

Pendant l'écoulement, l'air rentre sous la cloche par le petit tube régulateur et la pression atmosphérique se rétablit dans le siphon ; la retenue *ll* reste ce qu'elle était avant la chasse, le filet d'eau d'alimentation coulant toujours, le même phénomène se reproduit après un intervalle de temps déterminé.

(*A suivre.*) E. R.

REVUE TECHNOLOGIQUE

Ciment Portland gâché au chlorure de calcium.

On sait depuis longtemps que le ciment Portland gâché avec une solution de chlorure de calcium fait prise très rapidement et acquiert en peu de temps une dureté fort grande.

M. E. Candlot, ingénieur-chimiste des usines de la Société des ciments français de Boulogne-sur-Mer, a entrepris des essais sur le Portland de Boulogne gâché au chlorure de calcium. Il a fait connaître dans un livre qu'il a publié récemment sous le titre *Étude pratique sur le ciment Portland*, les premiers résultats de ces intéressants essais.

Le gâchage du ciment avec le chlorure de calcium produit souvent une notable élévation de température. La prise est accompagnée, dans certains cas, d'un gonflement de la masse ; ce phénomène dont on peut tirer un utile parti pour les scellements, nuirait à d'autres applications. Il y avait donc intérêt à rechercher les conditions dans lesquelles on peut le produire ou l'éviter.

Densité de la solution en degrés Baumé	Quantité de solution employée au gâchage en cm³ : pour 100 gr de ciment	pour 100 gr de mortier	Durée de la prise en minutes	Température au moment de la prise en degrés centigr.	Résistance en kilogrammes par centimètre carré — A la traction — Ciment pur — 1 heur.	6 heur.	48 heur.	7 jours	28 jours	Mortier 1 et 3 — 1 heur.	6 heur.	48 heur.	7 jours	28 jours	A la compression — Ciment pur — 1 heur.	6 heures	48 heures	7 jours	28 jours	Mortier 1 et 3 — 1 heur.	6 heur.	48 heur.	7 jours	28 jours
1° CIMENT FRAIS																								
	cm³	cm³			kg	kg	kg	kg	kg		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg		kg	kg	kg	kg
32°	25	12	4	32°	5	16.7	41.0	48.5	50.0	»	2.3	11.5	13.0	27.5	67	127.5	200.0	257.5	325	»	13.0	64.5	93.5	120.0
20°	30	12	2	11	»	11.8	29.2	36.7	50.3	»	»	10.3	17.0	26.6	»	17.0	118.5	220.0	315	»	21.5	57.0	89.5	122.5
10°	24.5	12	120	15	»	6.3	36.5	37.1	47.8	»	»	8.5	13.2	27.2	»	39.5	232.5	350.0	145	»	10.2	37.8	[illegible]	125.0
0° (eau douce)	»	»	»	»	»	»	12.2	23.9	36.1	»	»	1.5	12.0	15.5	»	»	109.5	128.3	313	»	»	31.5	72.0	104.6
2° CIMENT EN SAC DEPUIS DEUX MOIS																								
20°	28	12	180	13	»	7	21.5	35.7	45.2	»	»	8.1	16.6	27.5	»	34.5	97.0	185.0	245.0	»	»	59.3	82.0	112.7
10°	27	12	240	15	»	»	22.0	41.0	49.0	»	»	5.1	16.1	28.3	»	32.0	150.0	300.2	397.5	»	»	19.5	92.0	11.8
0° (eau douce)	»	»	»	»	»	»	13.8	23.0	38.5	»	»	4.9	13.6	17.1	»	»	82.5	158.0	320.0	»	»	27.0	82.0	11135

Les ciments Portland essayés par M. Candlot se sont comportés différemment suivant qu'ils étaient de fabrication toute récente ou qu'ils étaient emmagasinés depuis quelques mois. Les résistances obtenues ont varié avec la concentration de la solution de chlorure employée au gâchage. Ces remarques ont conduit M. Candlot à étendre ses recherches.

C'est à la suite de ces essais que M. Candlot a bien voulu nous adresser une note détaillée sur les matières expérimentées, sur la méthode suivie et sur les résultats obtenus.

C'est de cette note que nous extrayons les renseignements qui suivent.

Les essais ont été partagés en deux séries, l'une a porté sur du ciment de fabrication récente, l'autre sur du ciment ensaché depuis deux mois.

Les éprouvettes ont été confectionnées en ciment pur et en mortier de ciment formé de 1 de ciment pour 3 de sable normal. La section de rupture des éprouvettes était de 5 *cm*².

Toutes les éprouvettes confectionnées pour les essais à la traction, ainsi que la totalité des cubes pour les expériences par compression, ont été conservés à l'air.

Les résultats obtenus sont réunis dans le tableau ci-dessus.

Un essai de gâchage fait sur du ciment ancien avec une solution à 32° Beaumé, a montré un durcissement lent, sans élévation de température. Il s'est produit un gonflement considérable qui n'a pas permis de faire les éprouvettes.

Les chiffres du tableau ci-dessus permettent les observations suivantes :

L'emploi pour le gâchage du Portland de Boulogne, de dissolutions de chlorure de calcium, augmente considérablement la solidité du ciment pur et celle des mélanges de ciment et de sable.

Si on recherche une prise rapide et une résistance prompte et élevée, on doit employer du ciment frais et le gâcher avec une solution de chlorure de calcium à 32° Beaumé.

Si, au contraire, on recherche la résistance seulement, sans avoir égard à la promptitude avec laquelle elle est obtenue, on peut employer, soit le ciment frais gâché avec une solution à 20°, soit le ciment ancien gâché avec une solution à 10°. Mais il convient d'observer à ce sujet que les essais n'ont pas dépassé une période de vingt-huit jours.

Le ciment frais employé avec une solution à 10° et le ciment ancien gâché avec la solution à 20° donnent encore de bons résultats; mais, cependant, ils sont moins satisfaisants et sont obtenus plus lentement qu'avec les modes d'opérer qui précèdent.

Ces remarques sont également vraies pour les mortiers de ciment et de sable.

Il est facile, du reste, de s'assurer si le ciment que l'on a sous la main, peut avec une solution de densité élevée, donner rapidement une grande résistance. M. Candlot a observé, en effet, que plus la température s'élève pendant la prise, plus le mortier acquiert de résistance.

Pour compléter ses expériences, M. Candlot a recherché ce que devenait le ciment gâché au chlorure de calcium lorsqu'il était plongé dans l'eau.

Le ciment gâché avec une solution à 30° Beaumé se désagrège si on l'immerge vingt-quatre heures après le gâchage; si on conserve la même pâte pendant dix à douze jours à l'air, l'immersion reste sans effet sur l'éprouvette.

En employant une solution à 20°, la pâte peut être placée dans l'eau vingt-quatre heures après le gâchage. Le tableau qui suit montre les résultats obtenus avec des éprouvettes de ciment pur gâché avec une solution à 20° et immergées au bout de vingt-quatre heures. Une partie des éprouvettes a été placée dans l'eau douce, une autre dans l'eau de mer et enfin une troisième série est restée à l'air.

	Résistance à la traction, en kilogrammes, par cm²		
	Éprouvettes immergées dans		Éprouvettes conservées à l'air
	l'eau douce	l'eau de mer	
7 jours	31.0 *kg*	35.4 *kg*	46.9 *kg*
28 jours	33.9	45.7	46.7
3 mois	38.6	57.4	52.2
6 mois	40.9	59.2	52.5

Ces chiffres montrent que la résistance des éprouvettes a été amoindrie par le contact de l'eau douce. L'eau de mer a eu pour effet de retarder le durcissement, mais les solidités se sont accrues avec l'âge et ont dépassé celles obtenues avec les éprouvettes conservées à l'air.

De tout ce qui vient d'être dit, on peut conclure que le Portland de Boulogne gâché au chlorure de calcium dans des conditions convenables, peut rendre des services pour les scellements, pour la fabrication d'agglomérés d'une grande dureté, pour la confection de dallages et de pierres artificielles. Le chlorure de calcium est un résidu industriel presque sans valeur.

M. Candlot nous signale l'emploi qu'il fait depuis plus d'une année de ce genre de mortier pour l'entretien des meules à ciment des usines de Boulogne-sur-Mer.

Pour réparer ces meules et pour fixer les anilles, on se servait autrefois de plomb, ce moyen laissait à désirer. Les anilles sont maintenant fixées rapidement et facilement avec le ciment au chlorure; elles résistent bien quoique les meules soient parfois mises en service moins d'une heures après le scellement.

Les cavités des meules étaient bouchées avec du plomb, ce métal s'usait rapidement et s'enlevait quelquefois entièrement. Le mastic de ciment adhère bien à la pierre, il ne s'arrache pas et s'use aussi régulièrement que la meule.

Pour faire un scellement, on mouille la pierre avec un pinceau imbibé de chlorure de calcium; on gâche rapidement le ciment en petite quantité avec environ 25 *cm*³ de solution par 100 *gr* de ciment. On doit mettre le mortier en place avant que l'échauffement soit commencé ou, au moins, avant qu'il soit élevé.

CHRONIQUE

Tunnel de Midrevaux.

Le tunnel de Midrevaux, sur le chemin de fer de Gondrecourt à Neufchâteau, a été établi par l'État en 1877-80 pour une seule voie, mais avec un profil spécial susceptible d'être facilement élargi dans l'aveoir pour la pose de la seconde voie. Cette seconde voie vient d'être exécutée par la Compagnie des chemins de fer de l'Est et nous nous proposons de rendre compte, d'après une note de M. Siégler, ingénieur des ponts et chaussées, publiée dans les *Annales des ponts et chaussées,* des résultats obtenus par l'adoption de ce profil nouveau.

Le chemin de fer de Gondrecourt à Neufchâteau franchit, au moyen du tunnel de Midrevaux de 713 *m* de longueur, le faîte qui sépare la vallée de l'Ornain de la vallée de la Saônelle. Sa pente est de 0,012 *m*; le terrain traversé est formé de calcaire astartes assez tendres, humides et gélifs, avec rognons cristallisés beaucoup plus durs.

Aux termes des instructions ministérielles, tous les ouvrages devaient êtres exécutés pour une seule voie et il ne pouvait être question de donner de suite au tunnel la section nécessaire pour deux voies; d'autre part l'adoption du profil ordinaire d'un tunnel à une voie aurait rendu onéreuse l'exécution ultérieure de la seconde voie; c'est alors que M. Siégler proposa de faire la voûte du tunnel pour deux voies, de ne construire qu'un des pieds-droits et de réserver l'autre en laissant la voûte s'appuyer sur le rocher.

Le profil adopté pour la section courante est représenté par la figure ci-dessous. Le talus du massif de rocher conservé

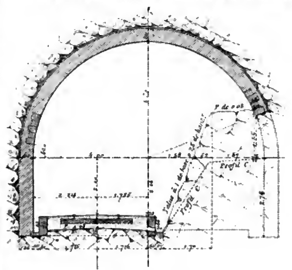


Fig. 1. — Profil A.

est incliné à 1 de base pour 2,5 de hauteur, la banquette qui couronne ce massif a 1,47 *m* de largeur et une inclinaison de

0,03. La voûte est arrêtée à 1,55 *m* au-dessus des naissances. Au pied du talus règne une rigole de 0,52 de largeur en gueule sur 0,55 de profondeur, assez grande par conséquent pour recevoir les petits blocs qui viendraient à se détacher du rocher.

Dans le voisinage des têtes, sur 20 *m* environ de longueur, on adopta un profil plus prudent (fig. ci-dessous), dans lequel

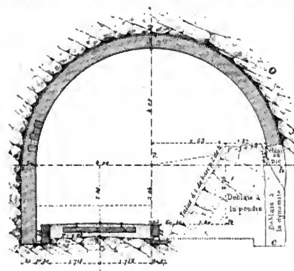


Fig. 2. — Profil B.

la voûte descend jusqu'à 0,75 au-dessus des naissances, avec un talus incliné de 1 de base pour 2 de hauteur.

En cours d'exécution, on s'aperçut que la gelée se faisait sentir jusqu'au milieu même du tunnel et produisait des dégradations dans le rocher, notamment sur les points où le calcaire était feuilleté dans le sens vertical. On modifie alors le profil de la fig. 1 sur une grande longueur en descendant la voûte jusqu'aux naissances.

A la tête Est et aussi au passage d'une faille dangereuse, non loin de la tête Ouest, le tunnel a été terminé pour deux voies.

En résumé, la longueur de l'ouvrage se répartit comme il suit entre les divers profils adoptés :

Profil complet à deux voies. .	21 *m*
— A	261
— B	123
— C	308
Total.. . .	713 *m*

Le revêtement a été exécuté en moellons du pays. La voûte a une épaisseur de 0,50 *m*, plus une chape en mortier de 0,05 *m* ; les pieds-droits 0,55 *m* d'épaisseur. Des murettes maintiennent le ballast et ménagent des rigoles latérales pour l'écoulement des eaux.

Exécution de la seconde voie. — Les travaux d'élargissement du tunnel pour la pose de la seconde voie ont été exécutés pendant la campagne de 1885. On commença par riper la voie vers le pied-droit maçonné autant que le gabarit le permettait, c'est-à-dire de 0,10 *m*, de manière à laisser plus de place du côté opposé. On déblaya à la poudre le massif de rocher dans toute la partie marquée *a* sur la fig. 2; aussitôt que l'on avait des déblais suffisants pour charger un train de 20 wagons, on les chargeait et on les transportait par la voie exploitée en élargissement de la plate-forme des remblais.

Pour enlever le prisme de rocher réservé sous la voûte, on opéra par longueurs successives de 4 *m*.

On pratiquait d'abord au pic une entaille *b* (fig. 2) suffisante pour loger sous la maçonnerie une semelle en bois. La voûte une fois étayée, on enlevait à la dynamite la plus grande partie *c* du déblai restant et on achevait le travail au pic. L'emploi de la mine n'a jamais causé de dégradations ni aux anciennes maçonneries, ni à la voie.

Les matériaux nécessaires pour les maçonneries étaient amenés au moyen d'une petite voie installée dans le tunnel, à peu près dans l'emplacement de la seconde voie.

On éprouva quelques difficultés pour le raccord de la chape nouvelle avec l'ancienne ; la dernière assise de la voûte reposant sur le rocher sans semelle n'avait pas été arasée régulièrement et suivait toutes les sinuosités du rocher ; il fallut la démolir sur une assez grande longueur pour opérer le raccord.

Nous arrivons maintenant aux dépenses ; le tableau suivant indique les quantités d'ouvrages que comporte la section courante pour un tunnel à deux voies, pour chacun des types A, B, C et pour un tunnel à une voie ayant 6 *m*, soit 5,50 *m* sous-clef.

INDICATION du type	CUBE de déblai par mètre courant	CUBE de maçonnerie chape comprise	OBSERVATIONS
Tunnel à 2 voies.......	55.9	10.35	Revêtement de 0,55 m, chape comprise.
Profil spécial C........	48.8	8.88	
— B........	46.2	8.50	
— A........	42.7	7.99	
Tunnel à 1 voie de 6 m sous clef..............	35.5	8.32	
Tunnel à 1 voie de 5,50 m sous clef..............	32.7	7.32	

On peut remarquer que le profil A comporte moins de maçonnerie que le type à une voie de 6 *m* sous clef.

Les prix de revient des principaux ouvrages sont les suivants :

Déblai en galerie d'avancement de 5 m^2 de section, y compris l'enlèvement par les puits ou par la tête et le boisage, le mètre cube.	25,00 *fr.*
Déblai en dehors de la galerie d'avancement, compris le transport et le boisage	9,80
Maçonnerie de parement de la voûte. . . .	46,50
Maçonnerie de moellons bruts.	19,50

Ces prix sont assez élevés.

Le tunnel a ainsi coûté 713 000 *fr*, soit mille francs le mètre courant avec les têtes, les niches, les murettes, le ballast, etc.

Si on avait exécuté de suite deux voies, la dépense aurait augmenté de 116 000 *fr*, soit de 16 0/0.

L'exécution de la seconde voie, six années après, a coûté 120 000 *fr*, soit 169 *fr.* par mètre courant, ce qui remet l'ouvrage achevé au prix de 833 000 *fr*. On voit que le deuxième pied-droit n'a pas coûté sensiblement plus cher que si on l'avait exécuté en même temps que le premier.

Il est difficile d'évaluer avec précision ce qu'auraient coûté deux tunnels à une voie, les coefficients à appliquer variant singulièrement avec les circonstances locales et surtout avec la nature du terrain ; néanmoins, dans les circonstances présentes, on peut évaluer à 820 *fr* par mètre courant, soit 585 000 *fr* le coût d'un tunnel à une voie de 5,50 *m* sous clef.

Un second tunnel à une voie aurait coûté presque autant que le premier. On n'aurait pas eu besoin de creuser de nouveaux puits, car on serait parti du tunnel existant au moyen de rameaux transversaux qui auraient encore exigé une dépense notable.

L'économie qu'offre le profil spécial est donc assez importante, puisqu'elle se chiffre par environ 300 000 *fr*, pour qu'il y ait intérêt à l'adopter chaque fois que la nature du terrain le permet et que la seconde voie paraît devoir se faire dans un avenir assez rapproché. Ce profil présente d'ailleurs d'autres avantages : la ventilation du tunnel y est meilleure que dans un tunnel à une voie ; l'entretien et la surveillance y sont plus faciles et moins coûteux que dans les tunnels jumeaux ; enfin on n'a pas besoin de déformer le tracé pour écarter les deux voies l'une de l'autre.

Le gérant : CH. BÉRANGER,
INGÉNIEUR CIVIL DES MINES
13, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4.

New Annals of Construction.

Bureaux de Direction et de Rédaction : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

Tous les jours de 4 h. à 6 h.

Nouvelles Annales de la CONSTRUCTION

4e SÉRIE. — TOME III. — Nº 384 — Décembre 1886

PL. 52-53 et 54-55.

Neue Annalen der Baukunst.

Abonnements et annonces : Chez BAUDRY et Cie, édit. 15, rue des Saints-Pères.

15 fr. par an pour Paris.
18 fr. Départements.
20 fr. Union postale.

SOMMAIRE.

NOTES ET DOCUMENTS

Pont route de 23 m d'ouverture, chemin de fer de Saint-Cloud à l'Etang-la-Ville.

Pl. 52-53

ARTICLES ANTÉRIEURS. — Pont route biais en tôle et fers spéciaux. *Nouv. Ann.*, 1856. Pl. 5-6. — Pont route en bois et fer. 1856. Pl. 13. — Pont route en maçonnerie de 8,40 m d'ouverture. 1856. Pl. 14. — Pont route en arc de cercle, à culées perdues. 1856. Pl. 51-52. — Pont route aqueduc en maçonnerie. 1857. Pl. 57. — Pont route en maçonnerie plein cintre. 1858. Pl. 15. — Passage supérieur de 15 m de rayon. 1858. Pl. 16. — Type de passage en dessus, ligne d'Italie. 1861. Pl. 29. — Passage en dessus à tablier métallique. 1881. Pl. 27.

Le pont en arc métallique représenté sur la planche 52-53, figure 1 sert au passage d'une branche annexe de la route nationale nº 184 de Versailles à Pontoise par dessus la ligne récemment construite de Saint-Cloud à l'Etang-la-Ville. Cette branche annexe, dite de la princesse parce qu'elle conduisait au château de la princesse de Conti à Louveciennes, est aujourd'hui très peu fréquentée ; mais, comme elle est classée route nationale, il a fallu construire, pour elle, un pont ayant la largeur réglementaire de 8 m entre garde-corps.

La route et le chemin de fer se coupent sous un angle de 80° 30'. La route a une pente de 0,03 m par mètre. La tranchée a 10,37 m de profondeur et est ouverte dans des sables boulants. Toutes ces conditions étaient peu favorables à l'exécution d'un ouvrage important.

En raison de la hauteur de la route au-dessus de la plateforme, il était nécessaire d'écarter les culées le plus possible, afin d'éviter d'énormes surfaces de parement qui seraient revenues à un prix trop élevé ; une voûte en maçonnerie aurait trop pesé sur les fondations. La solution la plus économique aurait été d'employer des poutres métalliques droites reposant sur de légers massifs de maçonnerie au sommet des talus et sur deux files de colonnes situées de part et d'autre des voies, mais le fond de la tranchée n'aurait pas pu supporter la pression de ces colonnes.

On s'est décidé alors à établir les culées à mi-talus au niveau de l'affleurement des sables boulants et à les réunir par des arcs métalliques à longerons solidaires qui exercent peu de poussée sur les retombées, qui ne coûtent pas plus cher que les poutres droites et qui ont un aspect plus satisfaisant.

Les sables boulants peuvent constituer une fondation convenable s'ils sont bien enfermés et ne peuvent s'écouler d'aucun côté. Pour atteindre ce résultat on a entouré la plateforme de fondation d'un vannage composé de pieux et de palplanches battus avec soin de manière à être jointifs et descendus plus bas que le niveau des voies (fig. 8 et 9). Dans ce vannage, maintenu par des étrésillons, on a coulé du béton. Le long de la tranchée on a construit au pied des talus de fortes cunettes maçonnées dont les parois sont contrebutées par des arceaux de place en place, notamment sous le tablier du pont. Enfin la surface des talus a été protégée par des perrés en maçonnerie et, par tous ces moyens réunis, l'écoulement des sables ayant pu être arrêté, la fondation a réussi.

Chaque culée se compose d'un bloc de maçonnerie fondé comme nous venons de dire et de deux murs en aile fondés simplement, par mesure d'économie, au niveau des sables boulants. Les murs en aile raccordent la largeur de la route qui est de 22 m avec celle du tablier métallique qui n'est que de 8 m.

Le tablier se compose de cinq fermes réunies par des entretoises et de deux poutres de rive réunies aux fermes par des consoles. Les fermes sont constituées par un longeron et un arc ayant chacun la forme d'un T et rendus solidaires, dans la partie médiane par une âme pleine, dans les parties latérales par des montants verticaux et des croix de Saint-André.

Ce système de construction donne une grande rigidité à la ferme et diminue la poussée sur les retombées.

L'arc a une portée de 23,00 m et une flèche de 2,30 m ; il est par conséquent surbaissé au 1/10 ; ses naissances sont au même niveau. Le longeron au contraire suit l'inclinaison de 0,03 m par mètre que présente la route.

Les assemblages sont tous biais et il n'y a pas deux panneaux semblables dans une ferme, mais il n'en résulte aucune difficulté de construction comme on peut le voir sur les dessins.

L'arc s'appuie sur les culées par l'intermédiaire de rotules en acier fondu de manière à faire passer les poussées par le centre de gravité de la section d'appui. Le longeron repose sur la partie supérieure des maçonneries. Les montants verticaux ont une section en forme de croix très propice à la rigidité. Les barres inclinées se composent de fers à T, la section de ces fers va en diminuant des retombées au milieu de l'arc.

Les fermes sont entretoisées au moyen de deux cours de barres horizontales et de croix de Saint-André en fers à T.

Le contreventement est assuré à la partie supérieure par le platelage, à la partie inférieure par des croix de Saint-André en fers plats réunissant trois arcs à la fois.

Les poutres de rive ont une hauteur de 0,40 m et sont supportées par des consoles en tôle pleine assemblées sur les montants verticaux des fermes extrêmes.

Les panneaux d'entretoisement et de contreventement ainsi que les consoles correspondent à l'espacement des montants verticaux des fermes pris de deux en deux.

Le platelage est formé par des fers zorès de $\frac{220 \times 83}{7}$ espacés de 244 mm d'axe en axe et noyés dans un béton de sable sur lequel repose la chaussée d'empierrement ainsi que les trottoirs (fig. 4). Le tout n'a qu'une épaisseur de 0,40 m. Ce système qui est beaucoup plus employé à l'étranger qu'en France est excessivement léger, et permet d'économiser beaucoup de métal dans la construction des arcs ou des poutres. Il convient parfaitement pour les routes qui ne sont pas très fréquentées.

Il ne nuit pas à la solidité du tablier ; car les épreuves faites

avec des cylindres à vapeur Gellerat pesant 18 tonnes n'ont produit que des flèches à peine appréciables.

Nous donnerons en terminant les prix de revient de l'ouvrage qui vient d'être décrit :

Les maçonneries ont coûté	57 000 *fr*
Le tablier métallique pèse 53 000 *kg* et a coûté.	27 000 *fr*
Soit :	
Par mètre courant.	1 200 *fr*
Par mètre superficiel.	150 *fr*

Bains de la Bourse et de la Presse

ÉCOLE DE NATATION PERMANENTE

163, *rue Montmartre.*

M. Philippe, ingénieur civil. MM. Leroux et Bitner, architectes.

Pl. 54-55.

Articles antérieurs. — Bains d'Enghien, *Nouv. Ann.*, 1864, Pl. 47-48 et 49-50. — Bain flottant Henri IV, 1873, Pl. 41. — Bains flottants de Levallois-Perret, 1873, Pl. 52. — Le Hammam, bains turco-romains, 1877, Pl. 29-30, 31-32 et 33.

Créer, dans les grandes villes, des écoles de natation praticables en toutes saisons à l'instar de celles qui fonctionnent avec succès depuis plus de trente ans en Angleterre : tel est le but de la *Société des bains français*. Un premier établissement de bains populaires a été construit, il y a deux ans environ, dans l'un des quartiers excentriques de Paris, 31, rue Château-Landon. Le public a, paraît-il, largement profité de cette installation dès les premiers mois de son ouverture. Le nombre des entrées se serait élevé, en certains dimanches, jusqu'au nombre de 2 500; et les trois premiers mois auraient donné une moyenne de 800 bains par jour.

L'année dernière s'ouvrait, au boulevard de la Gare, un autre établissement du même genre.

Mais ces bains populaires, créés en exécution de conventions passées avec le Conseil Municipal, ces écoles de natation, par leur aménagement intérieur, leur organisation, et la simplicité de leur aspect, ainsi que par l'absence de toute décoration, ne pouvaient répondre au bien-être et au confortable auxquels sont habitués les classes moyennes :

Il y avait donc lieu de tenter la fondation d'un établissement qui, placé à proximité des grands boulevards, au centre d'une population aisée et commerçante, fût un moyen terme entre les établissements de grand luxe, dont le prix trop élevé est seulement accessible à la partie opulente de la population parisienne et ceux dont le prix modique attire un trop grand nombre de visiteurs.

C'est dans ce but que M. Philippe a étudié et fait exécuter, avec la collaboration de MM. Leroux et Bitner, architectes, les plans d'ensemble et de détails d'une école de natation permanente, d'hiver et d'été, et un établissement de bains de vapeur complet. En outre du bain collectif ou piscine, se trouvent donc disposés, rue Montmartre, des étuves chaudes à divers degrés, des salles de repos, salons de lecture, une salle de gymnastique et d'escrime, un restaurant, etc.

L'établissement de la rue Montmartre se trouve compris, dans un terrain en profondeur, entre deux murs mitoyens parallèles (fig. 3) et un mur d'isolement élevé au fond dudit emplacement. Les bâtiments formant fer à cheval sur la cour d'arrivée comprennent au rez-de-chaussée : à gauche, le logement du concierge; à droite, la cuisine et l'office dépendant du logement du directeur; entre ces deux pièces, l'escalier dudit logement et des bureaux. L'entrée des bains proprement dits, est au milieu, abritée par une vérandah ou porche vitré. A droite du vestibule, la caisse de recette; à gauche, le vestiaire; en arrière de la caisse se trouve une cabine téléphonique.

Le vestibule donne accès, par la porte du fond, à la salle de café-restaurant, communiquant par une baie de 3 *m* 60, avec la cour vitrée qui contient la piscine. De chaque côté du café sont disposés ; à droite, la salle de repos et, à gauche, un « déshabilloir », garni de casiers. Une sorte de terrasse en encorbellement F surplombe la partie antérieure de la piscine; c'est-à-dire le « grand-bain »; deux escaliers descendent, à droite et à gauche de cette terrasse, jusqu'à une certaine profondeur dans la piscine. Celle-ci s'étend sur une longueur de dix-sept mètres, suivant le profil indiqué à la coupe (fig. 1). A l'autre bout de la piscine se trouve le « petit bain ». Un pont en dos-d'âne (fig. 2 et 3), formé par la voûte d'un rocher factice en rocaillage, relie les deux extrémités des trottoirs à claire-voie et en encorbellement E, E, E qui longent la piscine (fig. 2, 3, 4 et 6).

Ces claies de circulation sont portées sur des consoles en fer scellées dans la maçonnerie de béton; et, pour économiser la surface, on a ainsi fourni, par cet encorbellement sur la piscine, la largeur nécessaire à ces promenoirs de baigneurs.

La cuve de la piscine est établie en béton de ciment, pilonné par couches successives. Un orifice d'évacuation O (fig. 1), pratiqué au point le plus bas de la concavité du grand-bain se raccorde à une conduite d'évacuation dirigée sur l'égout. On vide périodiquement la cuve au moyen d'une bonde obturatrice dudit orifice. Mais le nettoyage *continu* de la surface du bain se fait par un trop-plein en forme de chéneau à rebord horizontal (fig. 4, 6 et 7); ce chéneau faisant le tour de la piscine recueille et entraîne les poussières et détritus gras qui flottent à la surface de l'eau.

A Londres, paraît-il, dans les établissements du genre de celui-ci, on écumerait le bain de piscine à l'aide d'une lame promenée à la surface de l'eau.

L'alimentation de la piscine se fait par une cascade tombant du rocher au bout du petit bain. Le débit par heure est de 120 *m* cubes d'eau à une température de 25 à 27 degrès de manière à opérer en deux heures le renouvellement de l'eau de la piscine, laquelle est maintenue à une température qui varie suivant la température extérieure.

Comme l'indiquent les coupes (fig. 1, 2, 4 et 5), le bain collectif est abrité par un comble vitré, divisé en quatre travées; ce comble repose sur cinq fermes que supportent dix colonnes carrées en fonte. Ainsi qu'on peut le voir au détail d'une ferme (fig. 4) les architectes se sont montrés, ici, préoccupés de l'effet pittoresque de ce comble vitré, autant et plus que de la résistance des fermes. Il fallait meubler et faire paraître grand un assez petit espace, par cette exagération des formes de la structure et la décoration très brillante de l'ensemble, au moyen de tons gais et fins, s'harmonisant avec la coloration vive des faïences, des stucs et des *linoleum*, des vitrages ornés, etc., le tout produit un effet d'une gaieté chaude et d'une vivacité lumineuse bien en rapport avec la destination du lieu. Les parties verticales du comble sont vitrées en verres gravés; les pans inclinés sont vitrés en verres unis; mais tous les verres sont colorés alternativement en ton gris-perle et en ton orangé de façon à produire l'effet d'un *velum* à bandes ou rayures de deux tons.

Longeant la piscine s'élève, contre le mur mitoyen de droite, un bâtiment à étage et sous-sol (fig. 2 et 3); ce bâtiment en appentis contient, au rez-de-chaussée, les bains de vapeur, les salles de douches, de massage et de repos, les cabinets d'aisances et urinoirs; à l'étage au-dessus, des cabines ou déshabilloirs.

Le dit bâtiment est clos, en façade sur la piscine, par un pan de fer; et ce pan de fer forme devanture à glaces sur la piscine : les dites glaces enchâssées entre les montants et les arcs en fer (fig. 4 et 5) reposent sur des patins d'appui également en fer; ceux-ci forment le chapeau du bahut à hauteur d'appui, en briques, et revêtu de marbre des deux côtés. Les glaces sont en verre roulé, non poli : par conséquent translucides mais non transparentes.

Les cloisons séparant les cabinets d'hydrothérapie sont d'ailleurs également faites en glaces non polies.

Outre l'éclairage, ces clôtures en verre d'une très forte épaisseur, et tout aussi isolantes qu'une cloison mince de briques, rendent le nettoyage facile dans les cabinets, et diminuent la permanence de l'humidité.

Sur le rebord extérieur de l'appui, devant les glaces, et pour les protéger contre les chocs, court une crête ou galerie en fer forgé, du même genre que les grillages des portes vitrées ouvrant sur les cabinets.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail des appareils concernant le service d'hydrothérapie.

Quant à ce qui est de l'alimentation, du chauffage, et de l'éclairage de l'établissement en question, nous devons nous borner à dire qu'une même machine à vapeur, installée dans le sous-sol, sert à élever l'eau d'un puits creusé dans le sol même de l'établissement, à chauffer cette eau au degré voulu, et à actionner, ainsi que nous l'avons dit plus haut, la petite cascade qui, jaillissant sous le pont en rocailles, alimente la

piscine; la même machine fournit encore la force nécessaire au fonctionnement de l'éclairage électrique des bains.

Enfin, un calorifère placé au sous-sol, chauffe toutes les parties de l'établissement,

Voici, d'après les renseignements fournis par MM. Leroux et Bitner, architectes, un état des dépenses faites pour la construction et la décoration des bâtiments et de la piscine :

Maçonnerie ordinaire	11 900 *fr*
Bétons de ciment	9 000
Charpente en bois	2 700
id. en fer	20 000
Serrurerie, quincaillerie	3 500
Couverture	1 800
Plomberie	3 200
Menuiserie	14 000
Peinture et miroiterie	14 000
Vitrerie	2 900
Céramique décorative	2 800
Faïence ordinaire de revêtement	2 700
Mosaïque	1 400
Carton-pâte	400
Glaces émaillées en décors	400
Vitraux	800
Stuc	175
Carrelage	600
Zinc découpé	250
Treillage décoratif	300
Total	92 825 *fr*

Cette somme de 92 825 *fr.* ne comprend pas les frais de mitoyenneté, ni l'aménagement spécial intérieur tel que : Machines diverses pour action hydraulique et éclairage électrique; appareils d'hydrothérapie, etc.

E. Rivoalen.

Installation des water-closets et urinoirs (1).

(*Deuxième et dernier article.*)

Appareil de chasse d'eau par tirage, système Geneste, Herscher et Cie. — Dans le fonctionnement d'un appareil de chasse d'eau par tirage à la main, il peut arriver, lorsque l'appareil doit fonctionner souvent et que la pression est variable dans la conduite d'alimentation, que le réservoir de chasse ne soit pas en temps opportun rempli suffisamment pour permettre d'effectuer le lavage.

Afin de produire un écoulement d'eau lors même que le niveau dans le réservoir est à une hauteur insuffisante pour permettre d'obtenir une chasse d'eau quand on opère la traction destinée à provoquer l'amorçage, MM. Geneste, Herscher et Cie ont adopté la disposition représentée par la figure 1 ci-dessus.

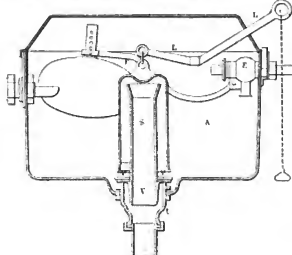


Fig. 1.

(1) Voir *Nouv. Ann.* Novembre 1886.

L'appareil comprend un réservoir A ; un siphon S évasé à son entrée et dont l'extrémité inférieure V porte un ajutage conique de section convenable fermé par une soupape *v* à garniture étanche : l'extrémité inférieure *t* forme une tubulure sur laquelle se raccorde le tuyau de chasse ; un levier L et sa chaîne de commande ; le poids du syphon S tend toujours à relever le levier par l'intermédiaire d'une fourche F qui réunit ledit levier au siphon. Enfin un robinet à flotteur E à soupape équilibrée. Ledit robinet établit toujours le même niveau dans le réservoir de chasse quelle que soit la pression dans la conduite d'alimentation, variations produites par les différentes hauteurs des étages, les différentes saisons, les différentes heures de la journée.

L'eau débitée par ce robinet à flotteur s'emmagasine dans le réservoir et s'élève jusqu'à un niveau déterminé par le réglage du flotteur.

Fonctionnement. — Pour vider le réservoir A, il suffit de tirer sur la chaîne du levier L. La soupape *v* se lève et laisse l'eau du réservoir s'écouler par l'ajutage conique. Le jet d'eau produit agit par succion dans la branche centrale du siphon, entraîne l'air contenu dans la cloche et produit l'amorçage. La soupape *v* retombe sur son siège mais l'écoulement se continue par le siphon jusqu'à ce que le réservoir soit vide, alors le siphon se désamorce et l'eau s'emmagasine de nouveau.

La soupape *v* étant placée au fond du réservoir on voit que l'appareil est prêt à fonctionner même avant le complet remplissage du réservoir A et que, dans tous les cas, on peut obtenir un écoulement de liquide dès qu'il y a quelques centimètres d'eau dans le réservoir A. Les flotteurs des robinets d'alimentation sont généralement construits en métal, et, par suite, sont susceptibles de s'oxyder et de se percer rapidement. Le flotteur de l'appareil que nous venons de décrire est fait d'une matière analogue à l'ébonite, appelée par les constructeurs ébouitoïde, matière à la fois légère, imputrescible, imperméable et très résistante.

Appareils de chasse Rogier et Mothes. — Les réservoirs à chasse du système Aimond, exposés par MM. Rogier et Mothes à la caserne Lobau (exposition d'hygiène urbaine), présentaient, comme ceux de MM. Doulton et Cie, deux types distincts : le réservoir à chasse facultative et le réservoir à chasse automatique.

Le premier de ces deux appareils, *réservoir à tirage*, est disposé de la manière suivante (fig. 2) :

Un bac ou caisse rectangulaire en fonte reçoit l'eau sous

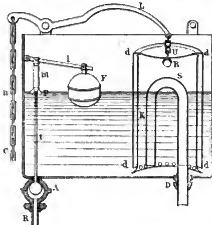


Fig. 2.

pression, qui arrive par la conduite d'alimentation R en traversant une soupape obturatrice A, formée d'une boule de caoutchouc; cette boule est fixée à l'extrémité inférieure, d'une tige *t* taraudée à son extrémité supérieure et rattachée au moyen de l'écrou *p* à un manchon *m* fixé au levier *l* d'un flotteur F.

Au moment où le niveau de l'eau introduite dans le réservoir atteint la hauteur *nn*, la boule de caoutchouc, sous la traction verticale de la tige *t*, ferme la soupape A et l'alimentation s'arrête.

Dès lors, le siphon S, qui forme dans le réservoir le départ de la conduite d'évacuation D, peut s'amorcer. Voici de quelle façon s'opère l'amorçage et, par suite, la chasse, c'est-à-dire la vidange du réservoir :

Sur le siphon S est disposée une cloche mobile en cuivre *dd* qui recouvre librement un boisseau également en cuivre, fixé par sa base au fond du bac ; ce boisseau ouvert par le haut, est percé, au pourtour de sa base, de petites ouvertures rondes laissant pénétrer l'eau, qui s'élève ainsi sous la cloche, dans le boisseau et dans la branche recourbée K du siphon, à la hauteur du niveau *nn*.

Si l'on vient à tirer la chaîne C de haut en bas, et qu'on la maintienne un instant, on élève la cloche *dd* au moyen du levier L à l'extrémité duquel est suspendue, par une chaîne U, une autre balle de caoutchouc B ; cette balle vient alors s'appliquer contre l'ouverture pratiquée au fond de la cloche. Dès lors, l'air extérieur ne pouvant plus pénétrer à l'intérieur de la cloche *dd*, dont le bord inférieur est encore immergé, il en résulte que pendant la période d'ascension le niveau de l'eau s'élève à l'intérieur de la cloche, et, en même temps que celle-ci, au-dessus du niveau extérieur *nn*.

Si l'on vient ensuite à lâcher la chaîne de tirage C, le bras de levier L retombe, sous l'action de son propre poids, ainsi que la tige U, et la boule B, en descendant, ouvre le petit orifice par lequel l'air peut rentrer ; la pression atmosphérique se rétablit alors dans l'intérieur de la cloche. Or, comme à ce moment, le niveau de l'eau, sous la cloche, se trouve au-dessus du sommet S du siphon, celui-ci s'amorce et la caisse se vide.

La soupape A s'ouvre de nouveau, dès que le niveau de l'eau s'est suffisamment abaissé ; le réservoir se remplit et la soupape d'alimentation se referme jusqu'à une nouvelle chasse.

Réservoir à chasse automatique, Rogier et Mothes. — Le réservoir à chasse automatique est muni d'un siphon, dont le principe s'applique aux chambres de chasse pour égouts aussi bien qu'aux petits appareils pour water-closets ou urinoirs ; la capacité seule diffère.

Voici en quelques mots la théorie de fonctionnement du siphon de chasse automatique de MM. Rogier Mothes (système Aimond).

Fig. 3.

L'appareil, quelles que soient ses dimensions, est constitué comme suit :

1°. Un flotteur annulaire représenté ici (fig. 3 et 4) par ses sections *ff*.

2°. Une cuve *c*, se mouvant à l'intérieur du siphon S ; cette cuve est suspendue à l'anse *bb* du flotteur annulaire par une ou plusieurs tiges traversant sans frottement la couronne du siphon dans l'intérieur de manchons étanches.

Le flotteur s'élève sous l'influence d'une force *fixe* ou *poussée* avec l'eau qui monte dans la chambre ou caisse-réservoir (fig. 4) ; il entraîne dans son mouvement ascensionnel la cuve suspendue, dont le fond vient buter contre le rebord en collerette de la branche descendante du siphon. Lorsque le niveau de l'eau atteint le rebord supérieur de cette collerette, il en déborde un peu dans la cuve, ce qui emprisonne la quantité d'air comprise entre la calotte *dd* du siphon et le fond de la cuve *c*.

Poussée

Pression

Fig. 4.

Cette quantité d'air comprimé, à mesure que le niveau extérieur de l'eau continue à monter, forme ressort, et exerce sur le fond de la cuve une pression croissante, qui finit bientôt par atteindre et même surpasser la poussée, qui est une force constante.

On règle les dimensions de chaque partie composant l'appareil de telle sorte que la *pression* l'emporte sur la *poussée*, au moment où le niveau de l'eau est au-dessus de la couronne du siphon ; il en résulte que le système mobile revient, à ce moment à sa position primitive (fig. 3) ; l'eau se précipite aussitôt suivant la direction des flèches, par l'ouverture *o*, passe autour de la cuve *c*, remplit le siphon S qui se trouve ainsi amorcé, quel qu'en soit le diamètre ; et le réservoir se vide sans interruption.

L'opération recommence à des intervalles réguliers, dont la durée dépend du degré d'ouverture d'un robinet R (fig. 5) qui alimente le réservoir.

La fig. 5 montre la disposition d'un appareil proposé pour water-closet. Le réservoir, en fonte vernie, est muni d'un raccord à trois pièces qui permet de souder, à la sortie, un tuyau de plomb.

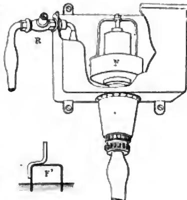


Fig. 5.

Dans cette disposition l'anse du flotteur ne supporte qu'une seule tige qui glisse dans un manchon étanche et qui sert à suspendre, à l'intérieur du siphon, la petite cuve mobile.

De plus, le flotteur n'est ici, en réalité, qu'une cloche annulaire ouverte par le bas comme on le voit en F' (fig. 5). On supprime ainsi les chances d'infiltrations que comporte un flotteur fermé.

Appareils de chasse, système Flicoteaux. — M. Flicoteaux présentait à l'exposition d'hygiène urbaine deux sortes de réservoirs de chasse. Le premier (fig. 6) est disposé pour permettre les chasses à volonté. Il se compose d'un bac en fonte, alimenté d'eau sous pression par un robinet à flotteur ordinaire F, qui termine un branchement d'alimentation *b* piqué sur la colonne montante M. Un simple siphon tubulaire S est établi au fond du bac sur l'orifice d'évacuation, auquel se raccorde le tuyau de chasse C ; en R est fixé au mur ou à la cloison du cabinet, un robinet d'arrêt à bouton : ce robinet s'ouvrant sous la pression du doigt, établit la communication entre les deux portions H et I d'un second branchement piqué également sur la colonne montante. Le bac étant plein, ou à peu près, et le flotteur relevé tenant le robinet d'alimentation *r* hermétiquement fermé, grâce à la longueur du bras de levier, il suffit d'ouvrir, pendant quelques secondes, le robinet à bouton R : l'eau sous pression détermine un mince jet vertical *j* à l'extrémité du tube H, qui traverse le fond du bac jusqu'à l'orifice inférieur de la branche B du siphon. La force ascensionnelle de ce jet suffit à entraîner, par frottement, l'eau déjà contenue dans la branche de ce siphon et celui-ci se trouve amorcé ; la chasse a lieu par le tuyau descendant C.

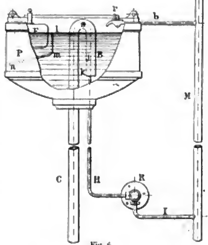


Fig. 6.

Mais le flotteur se mouvant directement dans un bac ordinaire qui se remplit, et fermant, peu à peu, en remontant le robinet d'alimentation, le remplissage du réservoir se trouverait de plus en plus ralenti ; dans ces conditions, il faudrait donc, après avoir provoqué une chasse, attendre assez longtemps pour en obtenir une seconde aussi forte que la précédente. C'est à cet inconvénient qu'obvie la cloison métallique *lmn*, qui forme une espèce de bâtardeau P, lequel a pour effet d'isoler dans une certaine mesure le flotteur F du mou-

vement hydraulique qui s'opère à chaque chasse, dans le bac proprement dit.

Ce bâtardeau P, percé d'une petite ouverture en n, se vide et se remplit beaucoup plus lentement que le bac lui-même. Le flotteur, après une chasse, ne peut se relever que lentement, parce que l'eau ne rentre et ne remonte dans le bâtardeau où il flotte, qu'avec la vitesse permise par l'ouverture ménagée en n. Il laisse donc le robinet d'alimentation assez ouvert pour que le bac puisse, au contraire, se remplir vite.

Le niveau étant arrivé en l, l'eau se déverse brusquement par-dessus les bords de la poche P et alors seulement le flotteur remonte d'un seul coup, fermant tout à fait le robinet d'alimentation.

Cet artifice permet de remplir le réservoir, toutes choses égales d'ailleurs, en 38 secondes au lieu de 4 minutes que ce remplissage nécessiterait avec un flotteur libre.

Le second réservoir exposé par M. Flicoteaux est disposé en vue d'obtenir des chasses automatiques et intermittentes.

Voici en quoi consiste le fonctionnement de cet appareil fort simple (fig. 7) :

Fig. 7.

Sur l'orifice d'évacuation E d'une caisse-réservoir AB, est fixé un siphon S, dont la branche recourbée se relève et pénètre sous une cloche fixe C. En i, à la partie basse de la branche de siphon est pratiquée une petite ouverture permettant l'introduction de l'eau qui monte dans le réservoir.

Le siphon s'emplissant en même temps que le bac, et le niveau de l'eau arrivant en de, à peu près : l'air contenu sous la cloche C se trouve alors comprimé entre l'eau contenue dans le bac, dont le niveau s'élève progressivement, et l'eau contenue dans le siphon. Celle-ci arrivée au déversoir que lui offre en S la couronne du siphon n'oppose à la réaction de l'air comprimé sous la cloche qu'une résistance fixe ; tandis que la masse d'eau contenue dans le bac continue à exercer sur l'air de la cloche une pression de plus en plus forte jusqu'à ce que l'équilibre étant rompu, entre ces deux pressions, l'eau du siphon s'écoule brusquement à l'évacuation en f ; l'air contenu en C, sous la cloche, trouve alors un échappement par le siphon même, la cloche se trouve envahie du même coup par l'eau du bac qui, se précipitant, amorce ainsi le siphon, ce qui détermine la chasse.

L'ouverture du robinet d'alimentation R règle l'intervalle entre les chasses.

E. Rivoalen.

CHRONIQUE

Équerre quadratrice.

On a souvent besoin en pratique de diviser un angle donné en un nombre quelconque de parties égales, d'inscrire un polygone régulier dans un cercle, de construire graphiquement une longueur égale à la circonférence d'un cercle de rayon donné ou une surface équivalente à celle de ce même cercle, etc.

Quelques-uns de ces problèmes peuvent se résoudre par la règle et le compas. Pour d'autres, au contraire, il faut avoir recours à des courbes du second degré ou de degré supérieur. Par exemple, le problème de la trisection de l'angle se ramène à construire graphiquement le cosinus de l'arc $\frac{x}{3}$ quand on connaît celui de l'arc x. Ce dernier étant représenté par a, la formule

$$x^3 - \frac{3}{4}x - \frac{1}{4}a = 0$$

fournit les valeurs de cosinus $\frac{x}{3}$ et on peut les construire en cherchant les intersections de la droite $y = \frac{3}{4}x + \frac{1}{4}a$ avec la courbe $y = x^3$.

On peut encore trouver x au moyen d'une hyperbole et d'une parabole, ou de deux paraboles, ou d'une parabole et d'un cercle.

Toutes ces courbes devant être construites par points, on comprend que leur emploi en pratique ne laisse pas que de présenter de grandes difficultés et que la détermination de leurs intersections n'est pas sans grande incertitude.

L'instrument auquel M. Vallerey, professeur d'hydrographie à Dunkerque, a donné le nom d'*équerre quadratrice* et qu'il a fait exécuter par M. Renaud, l'habile constructeur d'instruments de mathématiques, permet de résoudre ces problèmes d'une manière aussi simple que pratique. M. Vallerey s'est d'abord proposé de trouver *une courbe telle qu'à des accroissements égaux de l'angle formé par le rayon vecteur correspondent des accroissements égaux de l'ordonnée de la courbe.*

En appelant ρ le rayon vecteur, θ l'angle qu'il forme avec l'axe des x (fig. 1), on trouve aisément que l'équation différentielle de la courbe est

$$dy = a d\theta$$

et que l'équation sous forme finie est

$$y = a\theta + c \quad \text{ou} \quad \rho \sin\theta = a\theta + c ;$$

Fig. 1.

et en déterminant convenablement les constantes

$$\rho \sin\theta = a\theta, \; y = a\theta.$$

$$\text{pour } \theta = 0 \quad \rho_0 = a,$$

$$\text{pour } \theta = \frac{\pi}{2} \quad \rho = a\frac{\pi}{2} = \rho_0 \frac{\pi}{2}.$$

Dans ce qui suit nous appellerons OA $= a$ et OB $= b$.

Cette courbe se construit facilement par points, comme le montre la figure 2. On divise un quadrant en 2, 4, 8, 16... 2^n parties égales, et on partage OB en ce même nombre de parties. Par chacun de ces derniers points de division on mène des parallèles à OA jusqu'à rencontre des rayons correspondants. On détermine ainsi autant de points qu'on veut de la courbe et on les joint par un trait continu. C'est cette courbe qui constitue l'hypothénuse de l'équerre quadratrice de M. Vallerey.

Fig. 2.

Voyons maintenant comment on peut s'en servir pour diviser un angle quelconque en un nombre déterminé de parties égales.

La formule $y = a\theta$ montre que les ordonnées de la courbe sont proportionnelles aux angles au centre correspondants. Supposons que nous ayons à partager l'angle F O E (fig. 3) en 3 (ou n) parties égales. Plaçons le côté a de l'équerre sur la droite OA et traçons l'arc de quadratrice de A en D jusqu'à rencontre du rayon OE.

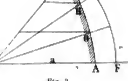
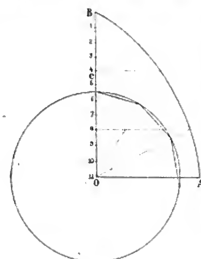


Fig. 3.

Divisons OD en 3 (ou n) parties égales et, par les points de

division, menons des parallèles à OA jusqu'à rencontre de l'arc de courbe AD; en joignant le centre O à ces derniers points, nous obtiendrons des rayons partageant l'angle donné en le nombre de parties aliquotes demandées.


Fig. 4.

La figure 4 montre comment on procéderait pour inscrire dans une circonférence un polygone régulier d'un nombre déterminé de côtés.

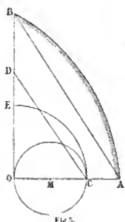
On voit aussi, sans autres explications, comment on pourrait de même partager un angle en parties proportionnelles à des nombres donnés quelconques.

Pour se rendre compte de la valeur pratique et de l'exactitude de l'équerre quadratrice de M. Vallerey, il suffit de résoudre par son moyen un problème géométriquement constructible, comme celui de la recherche du côté d'un pentagone régulier ou d'un décagone. La solution est infiniment plus rapide et le résultat graphique beaucoup plus exact.

Le même instrument peut également bien servir pour rectifier la circonférence et effectuer la quadrature d'un cercle. Ces deux problèmes n'en font qu'un en réalité, puisque la surface d'un cercle est égale au produit de la longueur de sa circonférence par la moitié du rayon.

Nous avons vu que dans l'équerre le rayon OB, ou b, a pour valeur $\frac{\pi}{2}a$. OB (fig. 5) représente donc le développement d'un quart de circonférence de rayon a, et le triangle rectangle AOB est équivalent à un quart de la surface du cercle; car ce triangle a une surface égale à

$$\frac{OB \times AO}{2} \text{ ou } \frac{\pi a}{2} \times \frac{a}{2} = \frac{\pi a^2}{4}$$


Fig 5.

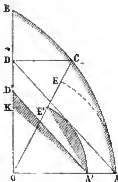
Soit OC le rayon d'un cercle dont on demande la circonférence et la surface. On placera l'équerre en AOB et par le point C on mènera une parallèle CD à la droite AB. La longueur OD et le triangle OCD donneront les deux éléments cherchés.

Une construction analogue représentée dans la fig. 6 fournit la rectification d'un arc de cercle, et la surface du secteur et du segment correspondant. Elle découle intuitivement de l'équation $y = a\theta$ de la courbe étudiée par M. Vallerey.

On peut aussi déterminer graphiquement d'une manière fort simple la surface d'une ellipse, d'un cylindre, d'un cône, d'un tronc de cône, d'une zone, d'une sphère. En effet :

Ellipse	$S = \pi ab$	$= \frac{1}{2}$ circonf. de ray	$a \times b$.
Cylindre	$S = \pi Dh$	=	— $D \times h$.
Cône	$S = \pi Rg$	=	— $R \times g$.
Tronc de cône	$S = \pi(R + r)g$	=	— $(R + r).g$
Zône	$S = \pi Dh$	$= \frac{1}{2}$ circonf. de ray.	$D \times h$.
Sphère	$S = \pi D^2$	=	— $D \times D$.

Comme on le voit d'après le rapide exposé qui précède, l'emploi de la courbe $y = a\theta$, ou plutôt de l'équerre construite avec cette courbe pour hypoténuse, permet de résoudre graphiquement et d'une manière élémentaire une foule de problèmes qu'on rencontre constamment dans la pratique et spécialement dans le dessin des machines.


Fig. 6.

C'est à ce titre que nous avons cru utile de la signaler à l'attention de nos lecteurs.

Essais et réception des ciments Portland.

Dans le numéro de juin 1886, des *Nouvelles Annales de la Construction*, nous avons fait connaître la partie technique du cahier des charges rédigé par M. Guillain, ingénieur en chef des ponts et chaussées, pour une fourniture de 20000 t de ciments Portland destinée aux ports de Calais et de Boulogne.

M. Le Chatelier, ingénieur des ponts et chaussées, nous présente, au sujet de ce cahier des charges quelques observations sur le mode d'essai et de réception des ciments Portland; nous croyons devoir les reproduire ici.

Tout d'abord, M. Le Chatelier reconnaît que le cahier des charges dont nous avons donné l'analyse est le plus complet qui ait été élaboré et appliqué en France et qu'on ne peut faire mieux, étant donné l'état actuel de la question; puis, il ajoute, que pour recevoir 20 000 t de ciment, on peut monter un laboratoire tandis que pour en recevoir 1000, qui ne valent à l'usine que 40 000 *fr*, on ne peut, même si la fourniture devait se répéter plusieurs années consécutives, créer l'outillage et le personnel spécial qui sont indispensables pour réaliser les essais multiples et délicats que prescrit le cahier des charges.

Il y a quinze ans les épreuves de ciment n'avaient d'autre but que de constater la persistance du type sanctionné par l'usage qu'une usine avait créé et qu'imitaient tant bien que mal ses concurrents locaux. Les procédés d'épreuves pouvaient être quelconques, pourvu qu'ils fussent invariables dans un même service; par le fait ils étaient des plus rudimentaires. Aujourd'hui que la concurrence et le développement très-marqués des connaissances techniques ont eu pour résultats, une variation incessante dans les procédés de travail et dans les qualités du produit d'une même usine et aussi des diverses usines d'une même région, il a donc fallu demander aux épreuves la recherche des caractères qualitatifs ou quantitatifs, nécessaires ou jugés exigibles, en raison des connaissances acquises, et comme malheureusement le nombre des caractères nécessaires est très-restreint (on ne peut ranger sous cette rubrique que la conservation du volume, pendant et après la prise, qui est de nécessité absolue, et la durée de prise qui est de nécessité relative) on a été conduit à multiplier le nombre des épreuves; comme d'autre part les caractères qualitatifs sont malaisés à définir, c'est aux mesures quantitatives qu'on a eu recours et il a fallu très-minutieusement en préciser toutes les circonstances soit matérielles, soit manuelles, ce qui en a rendu l'emploi fort délicat, comme ont pu s'en convaincre tous ceux qui ont essayé personnellement de mesurer une densité de ciment, ou de fabriquer et rompre des briquettes, et ont confronté leur résultat, avec celui donné par un laboratoire.

Nous ne voyons qu'un moyen, dit M. Le Chatelier, de rendre des épreuves accessibles aux opérateurs de fortune qu'on peut trouver sur un chantier isolé, c'est de les ramener à ce qu'elles étaient autrefois, à la seule confrontation du produit avec un type, non pas abstrait, mais avec un échantillon du produit que doit fournir une usine.

Que le petit consommateur s'associe avec le gros; qu'il le charge, en le subventionnant, de surveiller pour son compte la fabrication à l'usine, ce qui est la première condition de sécurité; qu'il lui délègue le soin de constater l'observance

des règles multiples et compliquées inscrites au cahier des charges; qu'il en reçoive enfin, directement, des échantillons prélevés à l'usine de ce que l'usine doit expédier; il n'aura plus, lui, qu'à confronter les livraisons avec l'échantillon type, pour compléter, d'abord le contrôle exercé par délégation, puis pour parer aux substitutions de marque et aux avaries de route.

Cette organisation suppose la création, auprès de chaque groupe d'usines, d'un service de contrôle du travail et d'essai des produits, il n'y a là aucune innovation; la marine, l'artillerie et les chemins de fer entretiennent aux usines métallurgiques un personnel spécial qui surveille la fabrication et contrôle la qualité des matières premières expédiées à leurs ateliers.

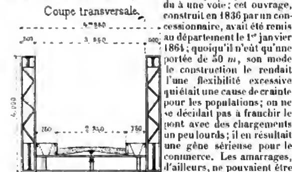
Supposons-la réalisée; le petit consommateur n'aura plus qu'à formuler la nature exacte de ses besoins, la définition précise des circonstances d'emploi des ciments qu'il aura à employer. Le soin de libeller le cahier des charges corrélatif incombera au service spécial, qui surveillera la fabrication et vérifiera l'observance du cahier des charges. Le destinataire recevra tous les mois, par exemple, un échantillon du ciment qui devra lui être livré par l'usine dans le même mois et se bornera à une confrontation. Pour la faire, il emploiera n'importe quels procédés; essais divers sur petites quantités ou expériences à échelle d'exécution, mais il aura le soin d'identifier les circonstances d'épreuves aux circonstances d'emploi. Dans la confection des mortiers à comparer, il emploiera le sable même du chantier, et les conservera à l'air ou dans l'eau, stagnante ou courante, boueuse ou limpide, où devront séjourner les maçonneries. Les épreuves ne seront plus pour lui l'application d'un formulaire abstrait, mais une investigation adéquate aux conditions de son travail.

Pour préciser, nous prendrons comme exemple la construction d'un égout, le ciment doit y affronter deux circonstances critiques : le décintrement et la mise en eau. On fera faire, à la même heure, par le même maçon, deux barreaux moulés en béton, l'un avec le ciment type, l'autre avec une moyenne de prises d'essai sur une livraison. Le dosage du mortier sera celui qui est prescrit pour les maçonneries, le sable, celui du chantier, et la pierre sera cassée dans les matériaux approvisionnés. Après une prise égale au temps qui doit être attendu avant décintrement, les deux barreaux seront rompus par flexion, ce qui se fera en y suspendant un seau qu'on remplira progressivement d'eau. Pareillement, deux échantillons d'enduit, à l'épaisseur et à la composition prescrites, établis à côté l'un de l'autre, dans une gouttière, seront, après le temps imparti à la mise en eau, soumis à l'effet d'un courant énergique.

Une comparaison faite dans ces conditions sera probante; elle sera instructive en ce sens qu'un petit nombre d'expériences indiqueront si l'on peut raccourcir ou si l'on doit allonger les périodes d'attente. Enfin, le personnel auquel ces expériences seront confiées, les fera et les fera avec goût parce qu'il en comprendra la portée, tandis que si l'on met entre les mains d'un agent subalterne l'appareil de rupture de briquettes le plus perfectionné, neuf fois sur dix il se rebutera avant d'avoir appris à s'en servir.

Remplacement d'un pont suspendu par un pont métallique en acier (1).

La route départementale de Morannes à Laval traversait la Sarthe, à la sortie du bourg de Morannes, par un pont suspendu à une voie; cet ouvrage, construit en 1836 par un concessionnaire, avait été remis au département le 1er janvier 1864; quoiqu'il n'eût qu'une portée de 50 *m*, son mode de construction le rendait l'une flexibilité excessive qui était une cause de crainte pour les populations; on ne se décidait pas à franchir le pont avec des chargements un peu lourds; il en résultait une gêne sérieuse pour le commerce. Les amarrages, d'ailleurs, ne pouvaient être visités et la restauration de l'ouvrage était devenue nécessaire. Le développement du trafic de la gare du chemin de fer, sur la ligne de Paris à Angers, par le Mans, rendait cette opération urgente. Une étude faite avec le concours de M. Arnodin, spécialiste bien connu, avait montré que la dépense de restauration (y compris celle de la maison du gardien, évaluée 3 500 *fr*) coûterait 25 500 *fr*; si l'on y ajoutait le capital représenté par l'entretien et le gardiennage (1 950 *fr* par an), on voyait que le capital immobilisé par ces travaux, serait de 64 500 *fr*. Cette somme était évidemment supérieure à la dépense qu'exigerait un tablier métallique, et les ingénieurs concertèrent à cet effet avec M. Eiffel, un projet qui fut soumis, à l'approbation du Conseil général du département; la dépense était 54 000 *fr*, savoir :



Tablier métallique à forfait	44 000 *fr*
Dépenses de consolidation des maçonneries et travaux aux abords	10 000
Total égal	54 000 *fr*

La dépense du tablier métallique se composait elle-même ainsi :

Tablier proprement dit en acier fondu...	32 453 *kg*	
Appuis....................................	4 000	
Ensemble...............	36 453 *kg* à 0,53 *fr*...	40 520 *fr*
Palée en charpente pour le lançage..............		3 000
Divers..		180
Total égal..................		44 000 *fr*

Le Conseil général approuva ces propositions; les travaux de maçonnerie furent très activement poussés pendant le chômage de la navigation, le tablier fut préparé à l'usine pendant l'hiver, et le 24 mars dernier commença la démolition du pont suspendu; les travaux de montage du tablier furent terminés en avril, la mise en place fut faite le 1er mai, et le 22 mai, les travaux nécessaires étant achevés, on put procéder aux épreuves. Elles ont été complètement satisfaisantes, et le pont a été livré immédiatement à la circulation. La présente notice a pour objet d'indiquer le système de construction du tablier et de rendre compte des épreuves; l'intérêt de la question résulte de ce que ce pont est en acier fondu, et qu'il est le premier ouvrage important, en acier, exécuté sur une route en France.

Le pont a une portée de 50 *m* d'ouverture libre entre les culées, la partie entre les appuis est de 51,80 *m*, la longueur totale est 52,10 *m*. La largeur du tablier est 4,35 *m* entre les axes des poutres; elle comprend une chaussée de 2,35 *m* et deux trottoirs de 0,75 *m* chacun.

La hauteur du tablier comprise entre le dessous des poutres et le dessus de la chaussée est 0,90 *m*.

Les deux poutres principales ont 4 *m* de hauteur; elles se composent de deux membrures en forme de T, l'âme a 0,400 × 0,009, des cornières de 80 × 80 × 10 la réunissent à une semelle de 0,500 *m*, dont l'épaisseur est de 19 *mm* sur 17,25 *m* de chaque côté de l'axe et de 8 *mm* sur le reste. Des montants verticaux sont espacés de 3,700 *m*; ils sont composés de quatre cornières 60 × 60 × 7 et forment des poutres de 0,50 *m* de hauteur horizontale avec un treillis en fer plat de 60 × 8, assemblées par des goussets et des cornières attachés sur les âmes des membrures. Entre les montants court un treillis simple de croix de Saint-André, en cornières doublées d'âmes; ces dernières ont 130 × 7; les cornières ont 80 × 80 × 9 ou 70 × 70 × 8, suivant les barres.

Les pièces de pont, espacées comme les montants, sont en double T; elles sont formées par une âme de 650 × 7 et quatre cornières 60 × 60 × 7.

Dans l'axe, un longeron formé par une âme de 350 × 6 et quatre cornières de 60 × 60 × 7, supporte des tôles cintrées de 1,175 *m* × 7 *mm* sur lesquelles repose sur une couche de béton la chaussée d'empierrement de 0,22 *m* d'épaisseur totale, béton compris. Des poutrelles attachées sur les pièces de pont supportent les trottoirs en tôle striée de 6 *mm*. Un contreventement en cornières de 60 × 60 × 7 est fixé sur les pièces du pont au niveau des membrures inférieures.

Toutes les pièces du tablier, sauf les tôles de la chaussée et du trottoir, sont en acier.

Sur une culée, les appuis fixes sont constitués par des pièces en fonte avec articulation; sur l'autre culée, les appuis mobiles sont aussi à articulation et ils ont deux rouleaux de dilatation de 0,200 *m* de diamètre.

La charge permanente par mètre courant de pont est formée de 2 300 *kg* (métal 1 500 *kg*, chaussée 800 *kg*). La surcharge fixe a été portée à 300 *kg* par mètre carré de tablier;

(1) *Annales des Ponts et chaussées*, août 1886.

la surcharge roulante est celle d'un char à un essieu pesant 8 000 *kg*.

Le calcul des pièces a été établi en admettant que sous la charge d'épreuve le travail serait au plus de 10 kilogrammes par millimètre carré de section nette, en déduisant les rivets. Le travail projeté pour les semelles des poutres principales était de 9,8 *kg* et pour les barres de treillis 8,8 *kg* et 7,6 *kg*; pour les pièces de pont 6,7 *kg*; pour le longeron du milieu 5,5 *kg*.

L'acier a été défini dans le marché par la condition de satisfaire aux épreuves prescrites par la circulaire de M. le Ministre de la Marine, en date du 11 mai 1876. Cette définition a paru d'autant meilleure, qu'en fait, on a eu recours aux ingénieurs des constructions navales pour faire les épreuves des matières; ces épreuves ont été faites dans les usines de Denain et ont donné les résultats suivants :

CLASSEMENT	ALLONGEMENT FINAL			CHARGE DE RUPTURE		
	Longueur 100 %.	Travers 100 %.	Exigé 100 %.	Longueur kilogr. par mill. carré	Travers kilogr. par mill. carré	Exigé kilogr. par mill. carré
Cornières acier . . .	24,3	»	25,6	48,3	»	42,0
Plats acier	25,8	»	23,0	48,5	»	43,0
Tôle acier	24,1	23,4	21,0	46,7	46,2	42,0
Acier en U.	24,1	»	22,0	49,1	»	41,0
Tôles communes (fer)	9,8	7,1	31,2	33,2	35,0	28,0

La mise en place a été faite en soutenant la poutre à 20 mètres environ de la rive par une palée construite sur un bateau; on donna au pont avant le lancement une inclinaison totale de 0,40 *m*; l'opération, dirigée par M. Compagnon, monteur de la maison Eiffel, ne présenta aucun incident. Un nivellement exécuté sur l'ouvrage avant les épreuves a fait constater que la flèche permanente était 0,077 *m*.

Dans les épreuves les flèches ont été mesurées à l'aide d'appareils à leviers dont les grands bras, armés d'un crayon, traçaient la trajectoire quintuplée sur des planchettes portées par des pieux battus en rivière.

Une voiture à deux roues pesant vide 1 900 *kg* a été chargée de 56 sacs de farine pesant chacun 110 *kg*, soit ensemble une charge de 8 060 *kg*, traînée au pas par six forts chevaux.

Les flèches maxima ont été :

1. Au quart de la portée . . . . 0,0084 *m*
2. Au milieu de la portée 0,0116
3. Aux trois quarts de la portée 0,0110

La flèche négative maxima observée dans les vibrations causées par le passage a été 0,005 *m*.

Aussitôt après le passage de la voiture les aiguilles des appareils sont revenues immédiatement à leur point de départ.

L'épreuve par poids mort a été faite avec une couche de sable de 0,20 *m* d'épaisseur transportée à la brouette. Une pluie abondante qui survint augmenta notablement la charge. Une pesée faite après l'épreuve fit constater que la surcharge par mètre carré de tablier avait été 322 *kg*. On peut remarquer que cette surcharge de 64 400 *kg* est très grande en comparaison des charges qui pourront circuler sur le pont.

Cette charge fut laissée deux heures pleines sur le tablier après qu'on eût achevé de la répandre; la durée totale de l'opération, entre le commencement du répandage du sable et la fin de l'enlèvement fut de six heures. On constata les flèches suivantes :

	Au quart de la portée.	Au milieu.	Aux trois quarts de la portée.
	millim.	millim.	millim.
Après le répandage de la moitié du sable (161 k. par mètre carré). .	11,6	19,6	13,2
Après le répandage complet du sable (322 k. par mètre carré). .	25,2	38,2	27,2
Deux heures après le répandage complet	29,0	39,0	28,0
Après l'enlèvement du sable. . . .	6,6	8,4	6,2
Une heure après l'enlèvement (6 h. soir)	3,0	5,0	3,0

Le lendemain matin, la flèche avait complètement disparu et le tablier avait repris la position d'équilibre qu'il avait avant les épreuves.

JURISPRUDENCE

Expert; dépôt de rapport; retard; dommages-intérêts.

Tribunal civil de Lyon.

5 juin 1886.

Le 31 mars 1883, un sieur B. fut chargé d'une expertise; le 2 mai suivant, après sa prestation de serment, il commença ses travaux; puis, il se transporta sur les lieux, à plusieurs reprises, dans le courant de la même année.

Les premiers mois de 1884 se passèrent sans qu'on entendît parler de rien, aussi au mois de juin, sur assignation des parties, fondée sur l'art. 320, C. procéd. civile, le tribunal condamna-t-il, par défaut, le sieur B. à déposer son rapport dans un délai déterminé, sous contrainte de 20 *fr* par jour de retard; il le condamna, en outre, pour le préjudice passé, à 1 000 *fr* de dommages-intérêts.

B. forma opposition au jugement par défaut, et déposa son rapport le 31 décembre 1884.

Il soutint, à l'appui de cette opposition, que le retard se trouvait justifié par des tentatives de conciliation et des pourparlers, auxquels il s'était prêté dans l'intérêt des parties elles-mêmes; il produisait des lettres établissant ces tentatives.

Mais le Tribunal a jugé que ces différentes circonstances et les preuves invoquées n'étaient pas de nature à justifier pleinement l'inaction reprochée à l'expert, et l'a condamné, à titre de dommages-intérêts, à payer les frais et dépens des deux jugements, par défaut et contradictoire.

Immeubles contigus; constructions; appuis; préjudice causé; trouble; indemnité; chômage; troubles existant lors de l'acquisition; défaut de préjudice.

Tribunal civil de Lyon.

24 juin 1886.

Les sieurs C. et V. sont propriétaires à Lyon de deux immeubles contigus; V., ayant à faire faire des constructions, a pratiqué dans le mur de C. des trous pour y placer les appuis nécessaires; en outre, il a fallu faire des étampages dans l'appartement même de C. Examinant la question de savoir s'il y avait lieu, à la suite de ces circonstances, d'imposer à V. la réparation d'un dommage quelconque, le Tribunal a jugé que le préjudice avait été assez grave; qu'il ne consistait pas, en effet, seulement dans les dégâts matériels constatés, mais dans le trouble apporté au droit de propriété du voisin, qui n'avait pas autorisé les travaux, et qui même n'en avait pas été prévenu; le Tribunal a condamné, de ce chef, V. à payer une somme de 1 000 *fr*.

C. réclamait également des dommages-intérêts pour le chômage que les travaux de V. lui avaient imposé; sur ce point, le Tribunal ne lui a accordé qu'une légère indemnité de 100 *fr*; il a décidé, en effet, que V., en construisant, n'avait fait qu'user de son droit, et qu'une indemnité, dans ce cas, ne peut être due que si l'on établit des négligences ou un manque de précaution; or, il n'était constaté qu'un léger défaut de précaution en ce qui touche l'égout des toits.

V., de son côté, se plaignait de bruits et de trépidations que produisait l'industrie de C.; mais le Tribunal n'a pas accueilli sa réclamation sur ce point; il a jugé que, lorsque V. avait acheté son immeuble, l'industrie de C. était déjà en activité, que V. avait donc agi en connaissance de cause, et qu'il avait d'autant moins le droit de se plaindre, que les deux immeubles étaient situés dans un quartier presque exclusivement industriel.

Jules Fabre.

Avocat à la cour de Paris.

Le gérant : Ch. Béranger,

ingénieur civil des mines

15, rue des Saints-Pères, Paris.

Angers, impr. A. Burdin et Cie, rue Garnier, 4.

CONSTRUCTION d'un BASSIN de RAI
au MOYEN de CAISSONS MÉTA

Fig 1. Ech $\frac{1}{400}$ Coupe longitudinale sur

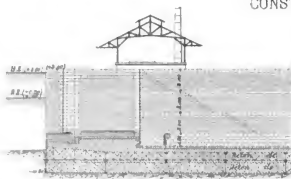




Fig 7. Ech $\frac{1}{100}$ Bateau-porte
Coupe au maître couple

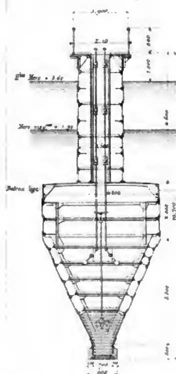
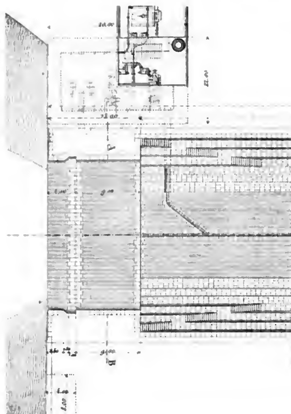


Fig 2. Ech $\frac{1}{400}$ Plan généra

Longueur totale = 167,50
152,00



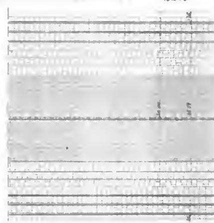
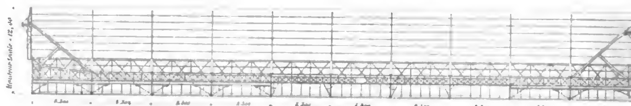
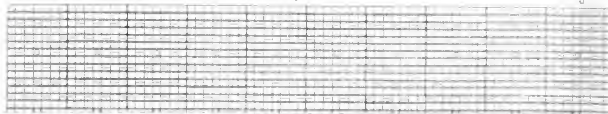


Fig 3. Ech $\frac{1}{400}$ Coupe longitudinale



$\frac{1}{2}$ Plan au-dessus du plafond

Fig 4



)OUB dans l'ARSENAL de SAÏGON
LLIQUES et d'AIR COMPRIMÉ

Mr Hersent, Ingenieur Civil, Entrepreneur.

rant l'axe du bassin



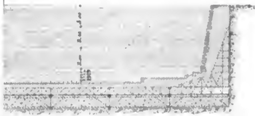


Fig 6 Ech 1/100. Bateau-porte

½ Elevation

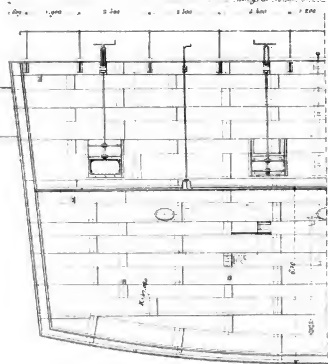
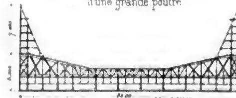
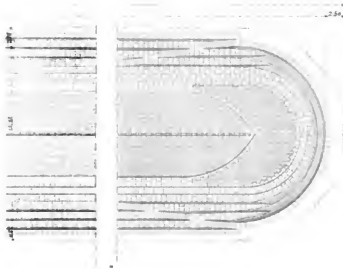
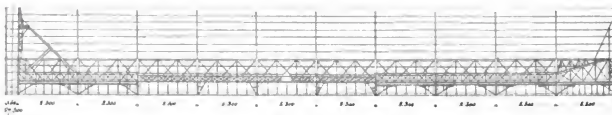


Fig 5 Ech 1/100 Coupe transversale en avant d'une grande poutre



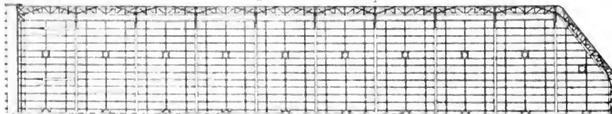


des caissons metalliques



Echelle 1/400

½ Plan au dessus des poutres



EPURATION des EAUX POTABLES par le FER

Echelle 1/50

Fig 1. Coupe verticale suivant **ab**

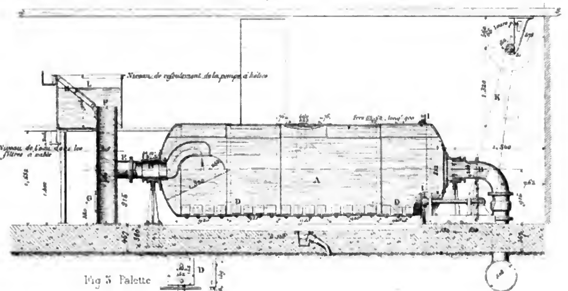


Fig 5. Palette

Fig 2. Plan

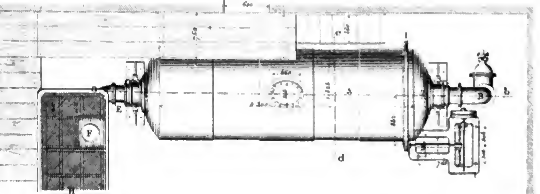


Fig 3. Vue du bout de l'introduction d'eau

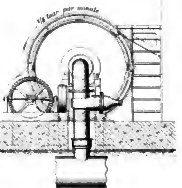


Fig 4. Coupe suivant **cd**.



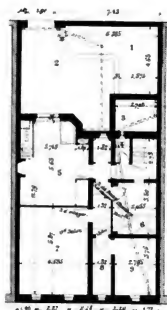
Echelle de 0m02 pour 1 mètre (1/50)

Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 4d. r. de Dunkerque.

HÔTEL PARTICULIER À PARIS, RUE DUM

M.M. WULLIAM et F

Fig. 2. (Ech. de 0.005)
Plan du Sous-Sol

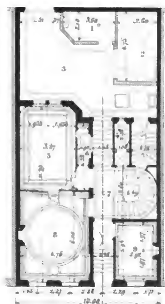


Rue Dumont d'Urville.

Légende

1 Terre-plein
2 Terre-plein
3 Tampon
4 Water-Closets
5 Cuisine
6 Calorifère
7 Grande Cave
8 Cave
9 Cave

Fig. 3. (Ech. de 0.005)
Plan du Rez-de-Chaussée



Rue Dumont d'Urville.

Légende

1 Ecurie
2 Remise
3 Cour
4 Water-Closets
5 Salle à manger
6 Office
7 Vestibule
8 Grand Salon
9 Petit Salon

Fig. 1 (Echelle 0m05 p.m.) Façade



ONT D'URVILLE ET RUE LA PÉROUSE.

RGE, Architectes.

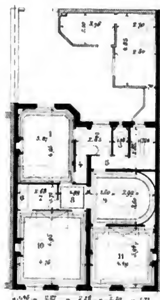
sur la Rue Dumont d'Urville.



Fig 4. (Ech de 0.005)
Plan du 1er Etage.

Légende

1 Chambre à coucher
2 Salle de bains
3 Water-Closets
4 Cabinet de Toilette
5 Dégagement
6 Trémie
7 Cabinet de Toilette
8 Dégagement
9 Palier
10 Chambre à coucher
11 Chambre à coucher

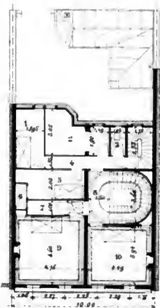


Rue Dumont d'Urville.

Fig 5. (Ech de 0.005)
Plan du 2e Etage.

Légende

1 Chambre de Bonne
2 Lingerie
3 Water-Closets
4 Dégagement
5 Chambre de Bonne
6 Trémie.
7 Cabinet de Toilette
8 Palier
9 Chambre à coucher.
10 Chambre à coucher.



Rue Dumont d'Urville.

Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque.

PONT-LEVIS de 6M00 D'OUVERTURE SUR le CANAL de CHARLEROI à BRUXELLES

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

Fig 1 — Échelle de

Élevation et coupe verticale suivant a.a'.b.b'. c.d de la Fig 2

Fig 2 — Échelle de — Plan

Plancher inférieur

Longueur des madriers

Plancher supérieur

Longueur des madriers

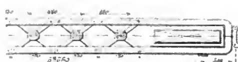


Fig 5 (Échelle de 1/10) Plan d'un tourillon de la bascule et coupe suivt ab de la fig 4



Fig 4 (Échelle de 1/25) Élévation de l'axe de rotation de la bascule

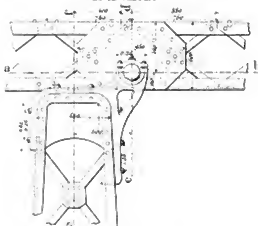
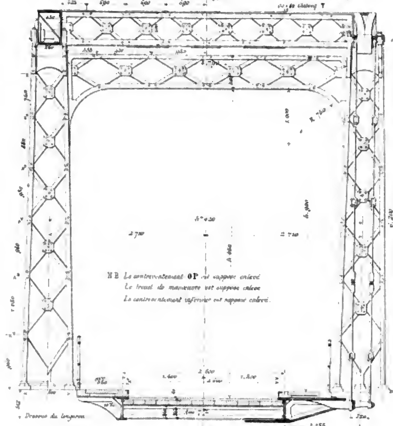
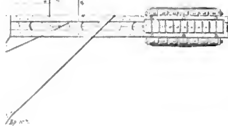


Fig 3 (Échelle 1/50) Coupe verticale suivant efgh avec coupe partielle de la bascule suivt mn fig 2





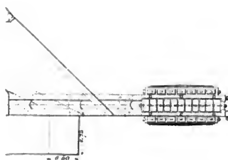
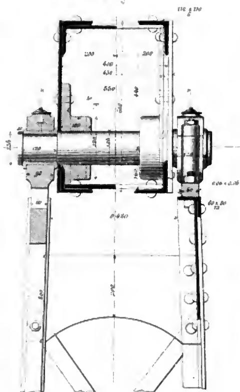
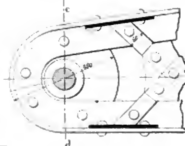


Fig 6 (Échelle de 1/10) Tête de la bascule.

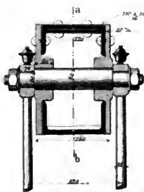
Coupe suivant cd / Coupe suivant ef de la Fig 4



Coupe verticale suivant ab



Coupe verticale suivant cd



Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 40, r. de Dunkerque.

CHARPENTE en FER de 20m95 de PO

COMPie des CHEMINS

M. MOISANT cons

Fig 1 Ech 1/50 Elevat

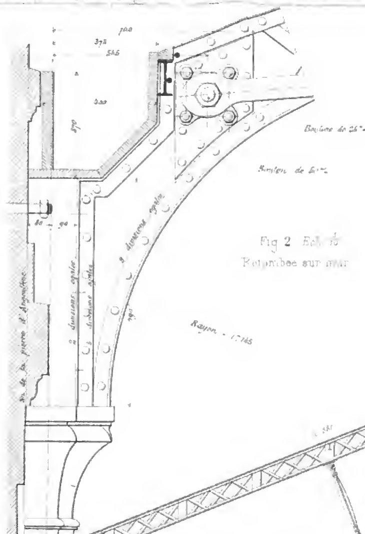
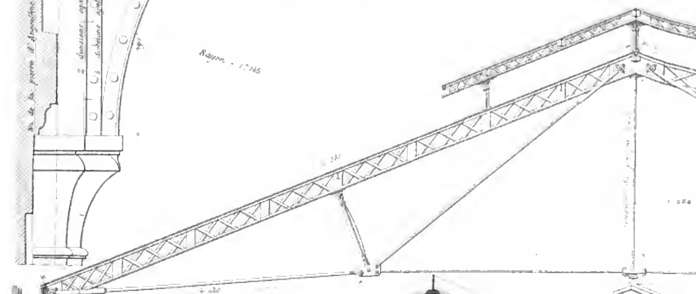


Fig 2 Ech 1/10 Retombée sur mur



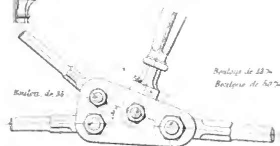


Fig 3. Ech 1/10 Assemblage des tirants et de la contrefiche

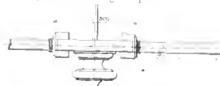


Fig 6 Ech 1/10 Aiguille pendante

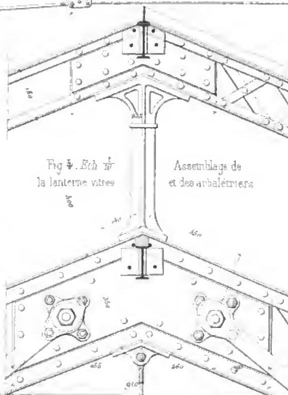
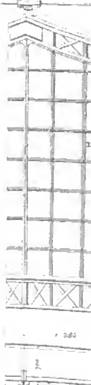


Fig 4. Ech 1/10 Assemblage de la lanterne vitrée et des arbalétriers



...ÉE pour HALLE de VOYAGEURS

...FER du MIDI

...t à PARIS

Fig 3 Ech $\frac{1}{10}$

Attache de la

ferme sur une colonne

Boulon de 50^{m}

Boulons de 25^{m}

Corn. 36×35×4.5

Pannes I de 0.120 ord^{re}

Fig 7 Ech $\frac{1}{50}$ $\frac{1}{2}$ Elevation d'un pignon vitré

Autog. Imp. A. Broise & Courtier, 40, r. de Dunkerque

PONTS SUSPENDUS de SAINT ILPIZE et de LAMOTHE

Fig 1 à 9
Pont de St Ilpize.

Fig 1 Elevation

Hautes eaux

Basses eaux

Fig 2. Plans

Sous le cordon des naissances des culées

Sur ...

RIVIÈRE ALLIER

Assemblage des câbles et haubans sur les piles

Fig 8 Coupe verticale

Fig 9 Plan

Fig 3 Coupe transversale

Fig 13. Elévation des culées et des obélisques

Fig 4. Elevation d'une pile et des obélisques

Fig 8bis Plaques d'assemblages

Plans

Supérieur

Au niveau du socle

Fig 12. Coupe transversale du tablier

Fig 6. Coussinets de garde corps

Fig 5. Détails du garde-corps

Fig 7 Système de suspension

Fig 10 à 23

Pont de Lamothe

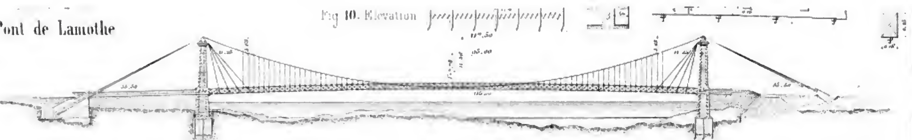


Fig 10. Elévation

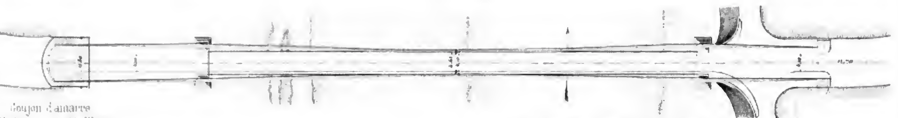


Fig 11. Plan

Goujon d'amarre

Fig 21 Coupe Fig 22 Elévation



Fig 16 Assemblage des haubans au tablier

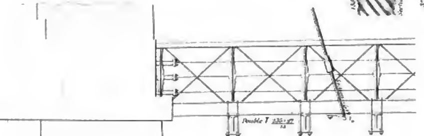
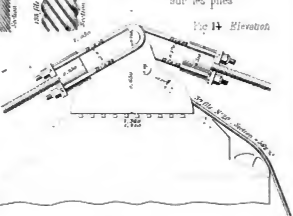


Fig 23 Câbles de suspension Haubans Câbles de retenue



Assemblage des câbles et haubans sur les piles

Fig 14 Elévation



Détail de l'amarrage aux culées

Fig 19 Coupe

Fig 20 Plan

Assemblage du tablier

Fig 17 Elévation

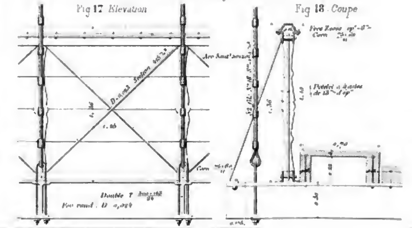


Fig 18 Coupe

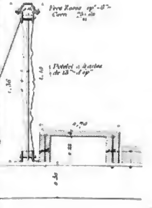
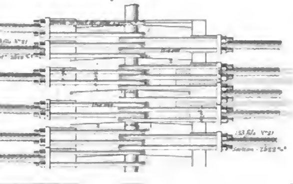


Fig 15. Plan



Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 4/s, r. de Dunkerque.

MARCHÉ de la CHAPELLE à PARIS

MM. A. et L. MAGNE, Architectes

Fig 3. Ech $\frac{1}{50}$

Coupe transversale sur ab (fig 1)



Fig 1. Ech 1/100. Quart du plan à rez de chaussée

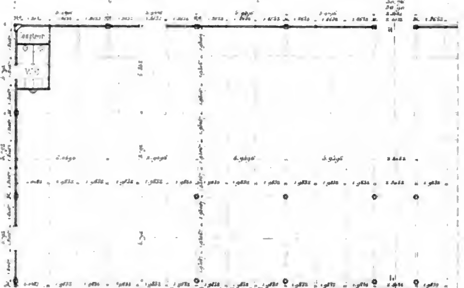


Fig 2. Ech 1/100 Quart du plan du sous sol et des fondations

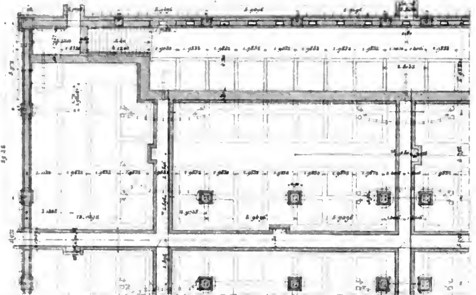


Fig 5. Ech 1/5 Détail F (fig 1)

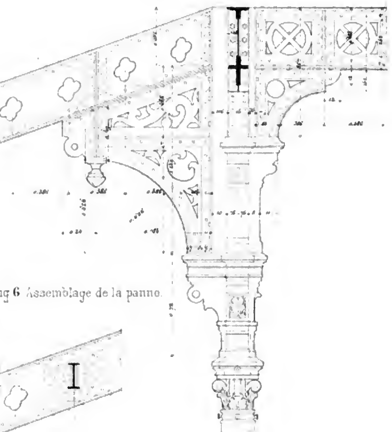
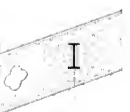


Fig 6 Assemblage de la panne.



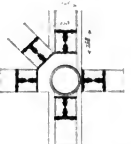


Fig 7. Plan de la colonne portant la ferme de croupe

Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 48, r. de Dunkerque

MARCHÉ de la CHAPELLE à PARIS.

M.M. A. et L. MAGNE, Archtes

Fig. 1. (Echelle de 1/50) Élévation d'une travée

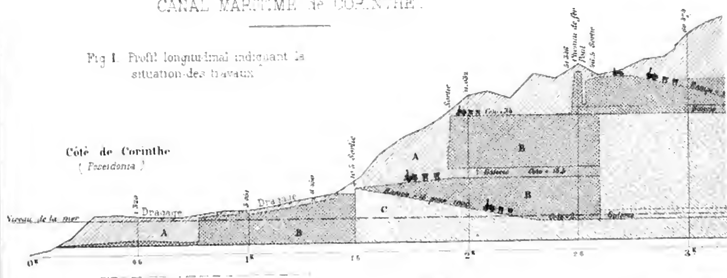
Fig. 2. (Echelle de 1/10) — Détails A,B,C,D. (fig. 1).

Fig. 3. (Echelle de 1/10) Détails E,F,G,H, (fig. 1).

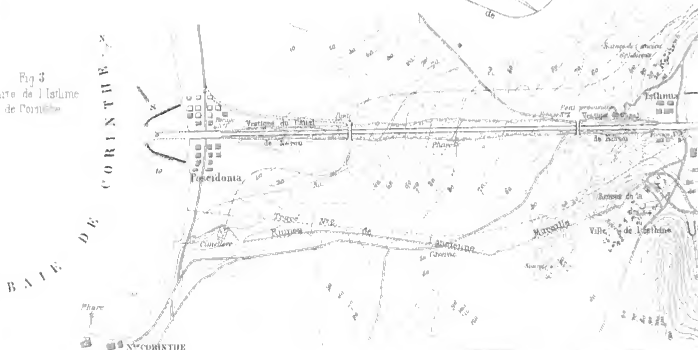
Section du Pilier.

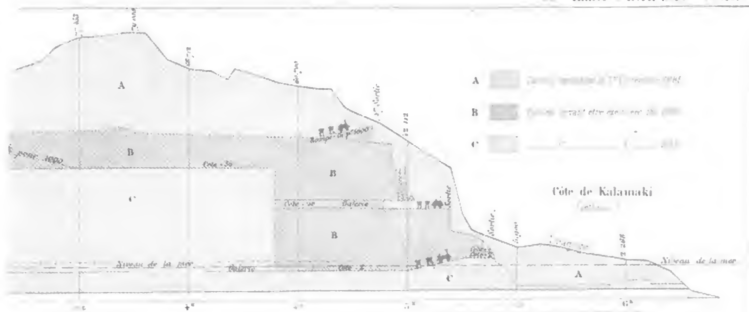
Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 40, r. de Lamartine

CANAL MARITIME de CORINTHE.





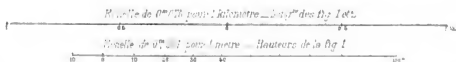












Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque

STATIONS pour CHEM…

Types de la Société générale

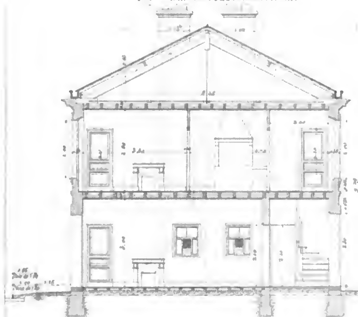


Fig 3. … Coupe … versale



Fig 1 …

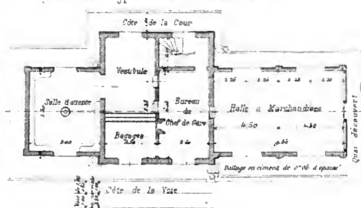


Fig 4. Ech. Type N°1 Plan du rez-de-chaussée

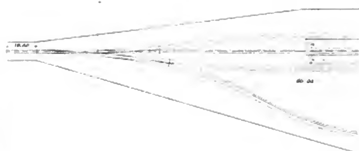


Fig 10. Ech. Pl…

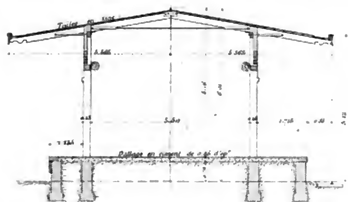


Fig 5. Ech. Type N°1. Ferme intermédiaire de la halle à marchandises

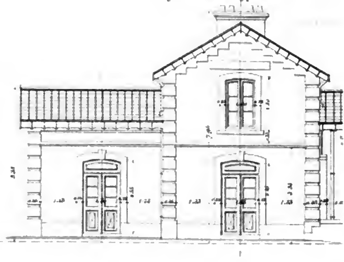


Fig 6 Ech. Type N°2 Elévation

...S de FER ÉCONOMIQUES

...les Chemins de fer économiques

Type N°1 Élévation

Fig 2. Éch. 1/50 Vue du côté du Pignon de la salle d'attente

...d'ensemble d'une station

Fig. 8 Éch 1/100 Type N°2 Plan du rez de-chaussée

Fig 7. Éch. 1/100 Coupe transversale

Fig 9. Éch 1/10. Type N°2 Détails du chêneau

Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque.

PLOMBERIE ET CUIVRERIE OF

Fig. 6. — Épi de tourelle.
M. Mulet, architecte.



Fig. 7. — Épi à l'Hôtel de Ville de Compiègne.
M. Laffollye, architecte.

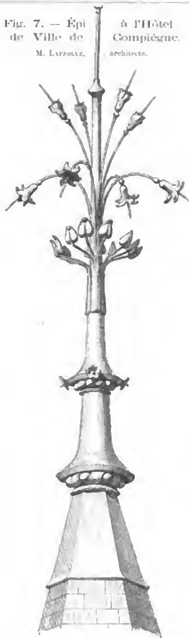


Fig. 1, 2, 3. — Épis et Crête
M. Lefevr, a

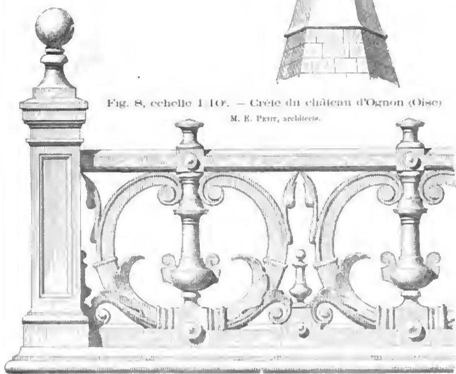
Fig. 2.



Fig. 1.



Fig. 8, echelle 1/10. — Crête du château d'Ognon (Oise)
M. E. Petit, architecte.





.NEMENTALES DES COMBLES

du Château de Neudeck.
chitecte.

Fig. 3.

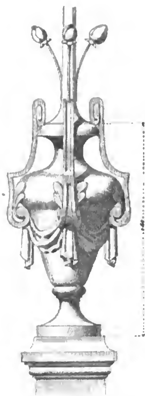


Fig. 4. — Épi au Château de Saint-Germain.
M. Millet, architecte.



Fig. 5. — Épi de tourelle.
M. Millet, architecte.



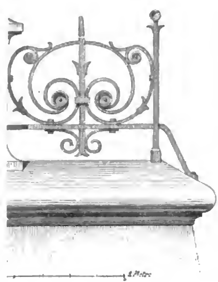
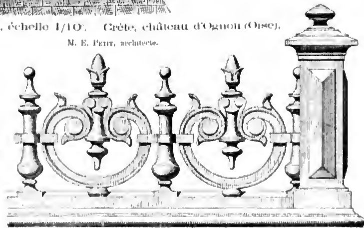


Fig. 6, échelle 1/10e. Crête, château d'Ognon (Oise).
M. E. Petit, architecte.



MURS

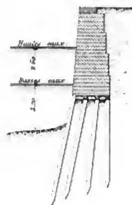
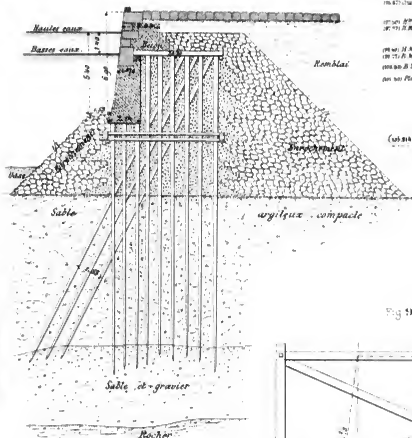
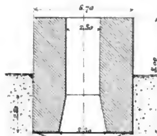


Fig 1. Quai de la Clyde à Glasgow.



Quai de l'Hudson à New-York
Fig 2. Coupe transversale



Fonçage d'un bloc. Mur de Quai du Havre.
Fig 4. Coupe transversale

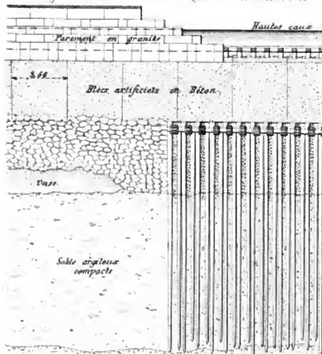
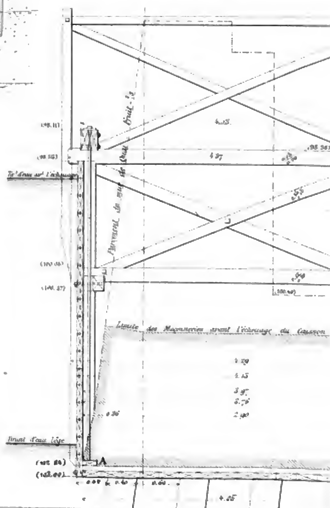


Fig 3. Vue de face du mur de Quai de l'Hudson-River

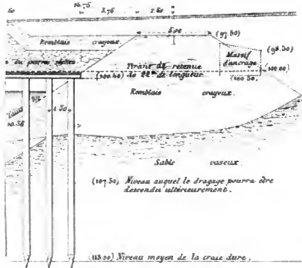
CAI

Fig 9. Coupe transversale

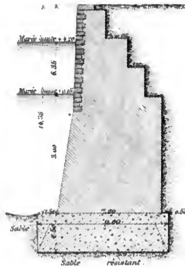


E QUAI.

Quai de la Seine à Rouen.
Fig. 5. Coupe transversale



Quai d'Anvers.
Fig. 6. Coupe transversale



Quai de Gand
Fig. 7. Coupe transversale.

Fig 11. Assemblage en A (Fig.9.).

Ecrou E

ON POUR LA FONDATION DU MUR DE QUAI DE ROUEN

Fig 8. Demi-coupe longitudinale

Fig 10. Quart de coupe horizontale

Échelle de 0m005 p m pour fig 1,2,3,4,5,6 et 7.

Échelle de 0m005 p m pour fig 8 et 10.

Échelle de 0m025 p m pour fig 9.

Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque

HOSPICE D'ALBA

Fig 1. (Echlle [illegible]) Elévation principale

HOSPICE BARKIS



Fig 4. (Echlle de [illegible]) Plan du Rez de Chaussée

RI près SAINT ILLIDE (Cantal)
Mr A MAGNE Architecte

Fig 2. (Echlle de 0m01 p m) Coupe longle sur a b. (fig 4)

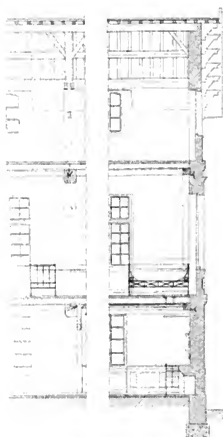


Fig 3. (Echlle de 0.01 p m) Coupe transversale sur c d.

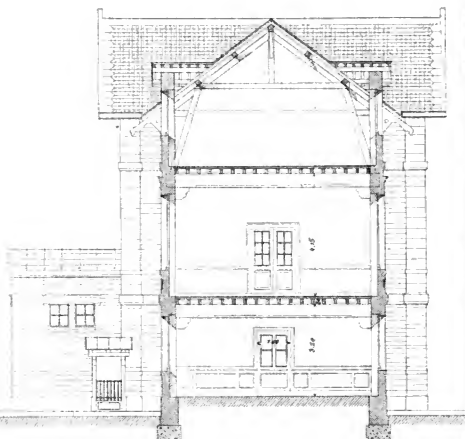
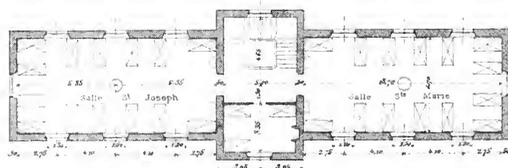
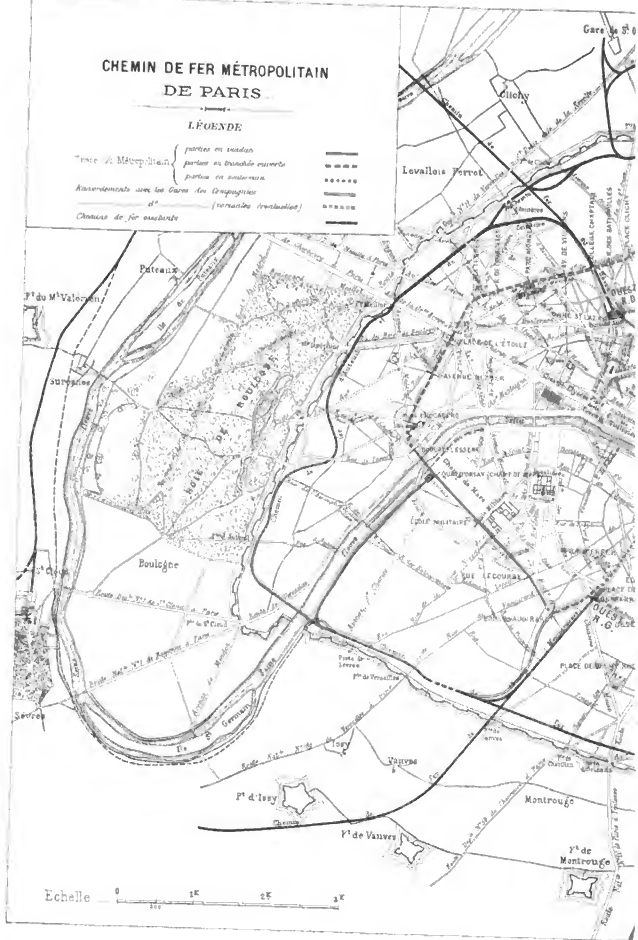


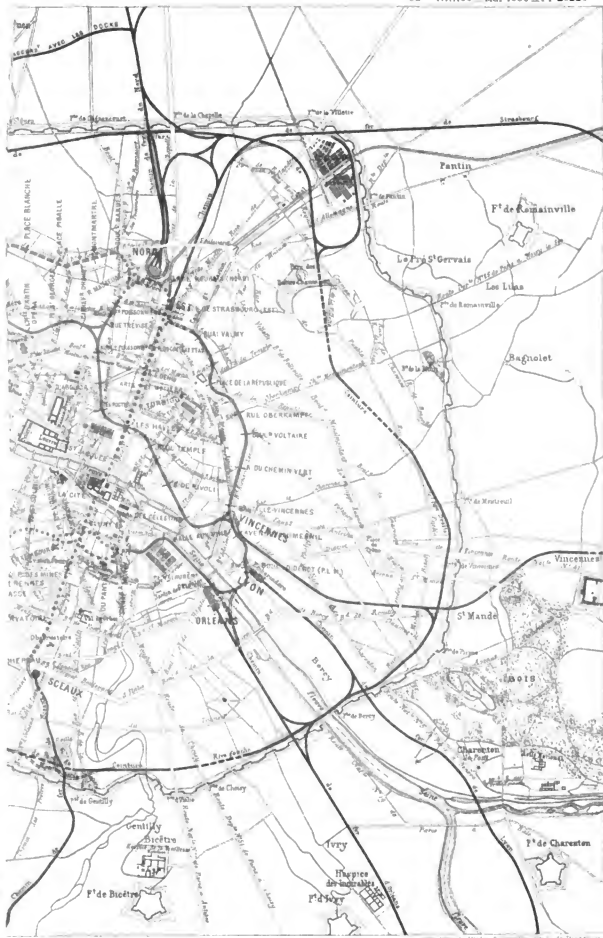
Fig 5. (Echlle de 0.005 p m) — Plan du 1er Etage



Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque.



CHEMIN DE FER MÉTROPOLITAIN
DE PARIS
LÉGENDE
Tracé du Métropolitain
parties en viaduc
parties en tranchée ouverte
parties en souterrain
Raccordements avec les Gares des Compagnies
d° (variantes éventuelles)
Chemins de fer existants
Clichy
Levallois Perret
Puteaux
Ft du Mt Valerien
Suresnes
BOIS DE BOULOGNE
Boulogne
St Cloud
Sèvres
PLACE DE L'ÉTOILE
ÉCOLE MILITAIRE
RUE LECOURBE
Issy
Vanves
Ft d'Issy
Ft de Vanves
Montrouge
Ft de Montrouge
Echelle
0
1K
2K
3K


Raccord avec les docks
Pᵗᵉ de la Chapelle
Pᵗᵉ de la Villette
Strasbourg
Pantin
Fᵗ de Romainville
Le Pré Sᵗ Gervais
Les Lilas
Pᵗᵉ de Romainville
Bagnolet
Place Blanche
Place Pigalle
Montmartre
Nord
Rue de Strasbourg (Est)
Rue Trévise
Quai Valmy
Place de la République
Turbigo
Les Halles
Rue Oberkampf
Boulᵈ Voltaire
Rue du Temple
R. du Chemin Vert
Rivoli
Louvre
La Cité
Vincennes
Pᵗᵉ de Montreuil
Vincennes
Sᵗ Mandé
Lyon
Orléans
Sceaux
Observatoire
Bercy
Bois
Pᵗᵉ de Bercy
Charenton le Pont
Ceinture
Pᵗᵉ de Choisy
Pᵗᵉ de Gentilly
Gentilly
Bicêtre
Ivry
Hospice des Incurables
Fᵗ de Bicêtre
Fᵗ d'Ivry
Fᵗ de Charenton
Seine

PONTS SU

Fig 1. Embarcadère de la Trinité à Newhaven (1821)



Fig 3. Pont de Meung-sur-Loire
(Département du Loiret) 1837



Fig 7. Bagues de serrage

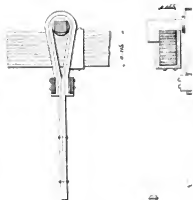


Fig 5. Pont sur la Moldau à Prague. (1868)
(Système Ordish)

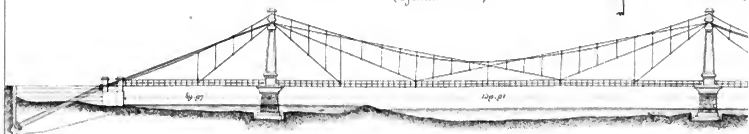
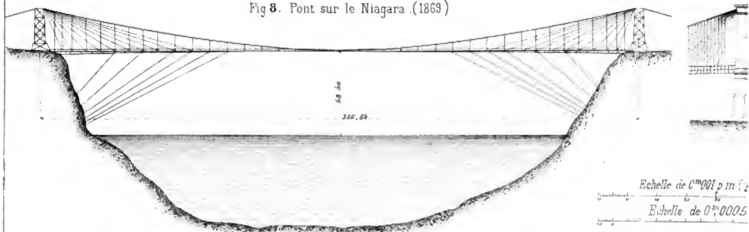


Fig 8. Pont sur le Niagara. (1869)



Echelle de 0m001 p m

Echelle de 0m0005

Fig 10. Câble tordu simple (1/1)

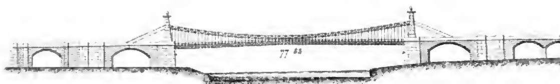


Fig 11. Câble tordu altern



)SPENDUS

Fig 2. Pont pour chemin de fer sur un bras du Danube à Vienne (1860)



(Pont de Langeais)

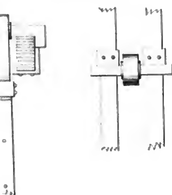


Fig 4. Pont de Châteauneuf-sur-Loire
Département du Loiret) 1839 .



Fig 6. Pont de Langeais
(Departement d'Indre-et-Loire)

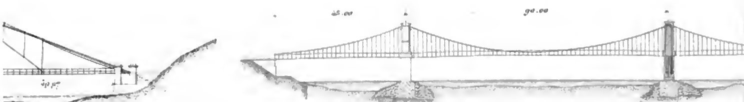
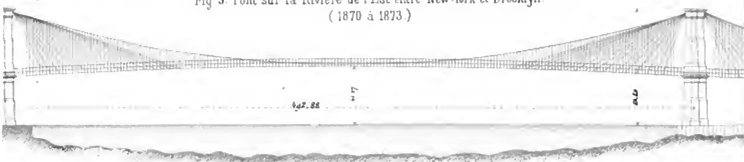


Fig 9. Pont sur la Rivière de l'Est entre New-York et Brooklyn
(1870 à 1873)



$\frac{1}{00}$) fig 1,2,3,4,5 et 6

ɔ m ($\frac{1}{2000}$) fig 8 et 9

tif ($\frac{1}{3}$)



Mode d'attache des câbles en fil.

Fig 12. Elévation



Fig 13. Coupe



Fig 14 Plan



Auto. Imp. A. Brgiee & Courtier, 65, r. de Dunkerque.

VERANDAH de l'ECOLE PRATIQUE d'

Mr MICHELIN, Ingr

Fig 1. Ech 0m 02 p.m

Fig 8. Echelle ½ (0.50 p.m

Coupe verticale ab sur un châssis démontable

Corn 30x30

Corn 30x20

Feuillard 18x3

Corn 30x30

Section L

U 50x25

Fer à Vitr 30x11

Fig 6 Ech Coupe verticale ef sur une fenêtre

Fig 7 Ech Coupe verticale cd sur la porte

Section G.

Section I.

Section M.

Fer à Vitr 30x11

Fer plat 16x20

F pl 34x16

Corn 30x16

Fer plat 30x9

Fig 2 Ech de 0m 02 p.m Pla

Section H.

Section J.

Section N.

Vitrage 30x18

F pl 50x7

Section P

Section K.

Section P

Corn 30x20

Fer plat 70x7

Fer carré de q

Fer plat 34x13

Fer carré de q

Corn. 30x20

Fer plat 70x7

…AGRICULTURE aux MERCHINES (Meuse.)

…meur Constructeur

…ître Elevation.

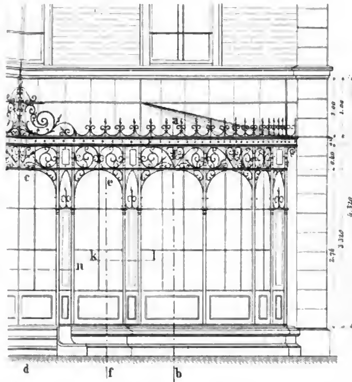


Fig. 3. Ech. 0m02 p.m. Coupe suivant pq. de la Fig. 2

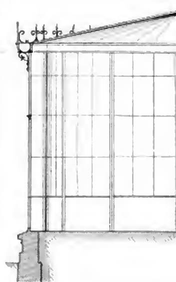
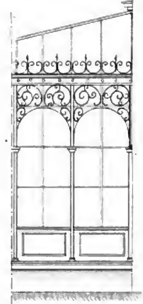


Fig. 1re Ech. 0m02 p.m. Elévation latérale

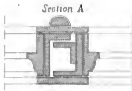


Echelle des Détails 1/2.

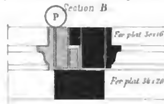


Fig. 4. Ech. Plan et coupe horizontale kl (Fig. 1.)

Section A



Section B



Section C

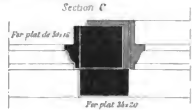
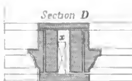
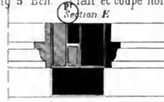


Fig. 5. Ech. Plan et coupe horizontale mn. (Fig. 1)

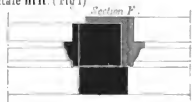
Section D



Section E



Section F.



LEGENDE

Parties fixes



Parties ouvrantes.



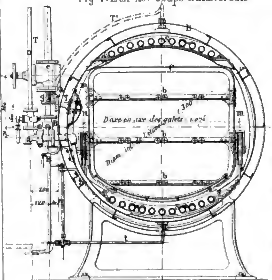
Parties démontables

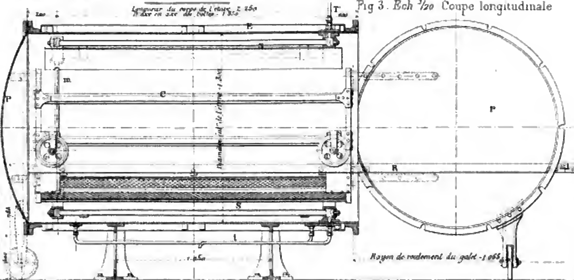


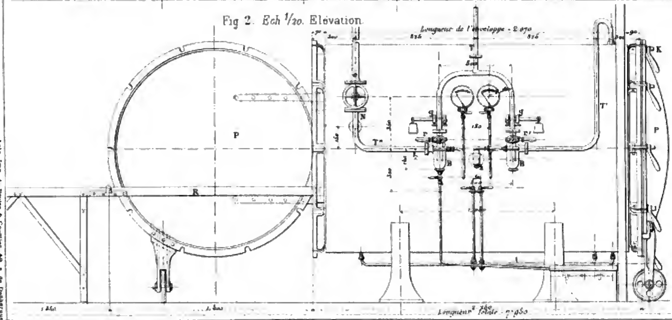
Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque.

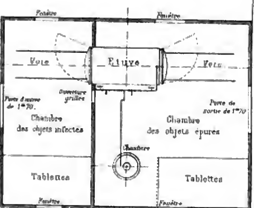
ETUVE à DÉSINFECTION par la VAPEUR sous PRESSION

Système GENESTE, HERSCHER & Cie, Ingrs Constrs à PARIS









PAVILLON des SOCIÉTÉS COOPÉRATIVES de

construit par la SOCIÉTÉ des OUVRIERS

Mr L. FAVARON

Fig 3 Echelle de 0m01 p m

Coupe longitudinale

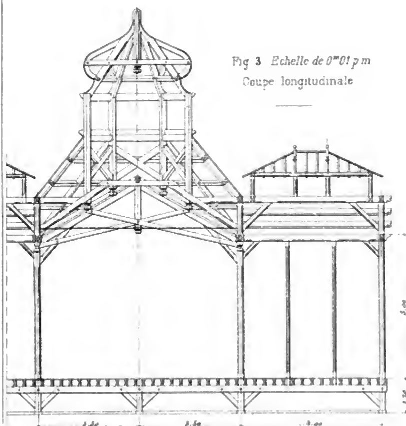


Fig 1 Ech de 0m01

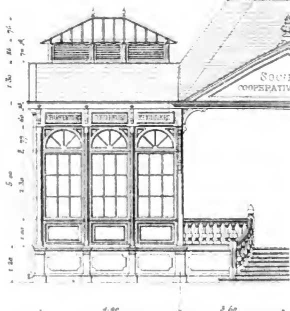


Fig 5 Ech 0m01 p m

Elévation laterale

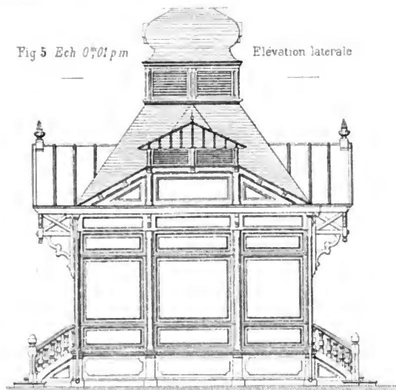
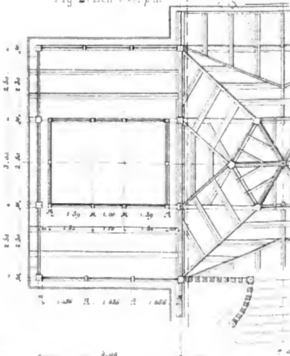


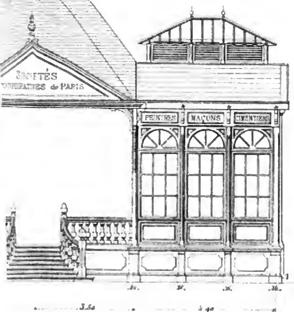
Fig 2 Ech 0m01 p m

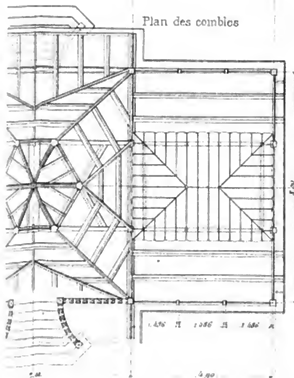


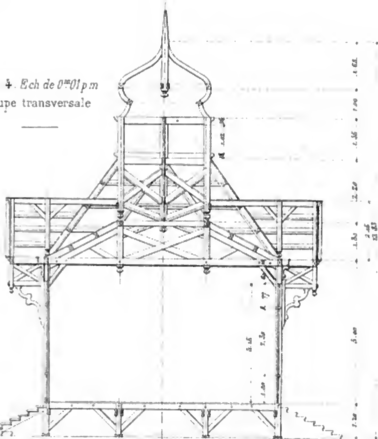
S de PARIS à l'EXPOSITION du TRAVAIL en 1885

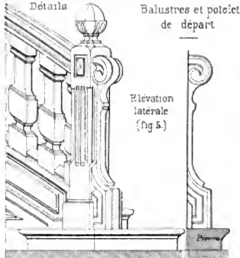
RIERS CHARPENTIERS de la VILLETTE

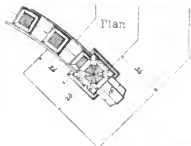
N Directeur

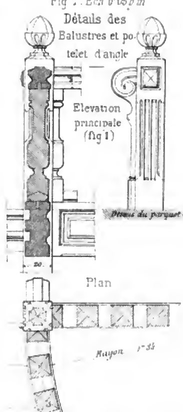












Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 40, r. de Dunkerque

REPRISE en SOUS ŒUVRE d'une ECLUSE en COURS de NAVIGATION

Fig 3. Ech 1/200 Coupe horizontale sous radier

Fig 1. Ech 1/100 Coupe suivant ab de la fig 2

Fig 2. Ech 1/100 Coupe suivant cd des fig 1 & 3.

Fig 4. Ech 1/100 Coupe suivant ef de la fig 3

Projection du bajoyer rive droite

Projection du bajoyer rive gauche

Partie reprise en 1858

Mur de chute intermédiaire

Puisard

Pompe

Egout

Radier

Masque

Légende de la fig 3

- Reprise en sous œuvre du bajoyer rive gauche
- Puits fondés sur le calcaire.
- Galeries ouvertes sous le radier et bloquées en maçonnerie
- Puits fondés sur le calcaire

Légende de la fig 4.

- Maçonnerie ancienne conservée
- Reprise en sous œuvre préliminaire

Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 68, r. de Dunkerque.

MAIRIE et GROU

Fig 4. (Ech. de 1/50)
Coupes transversales

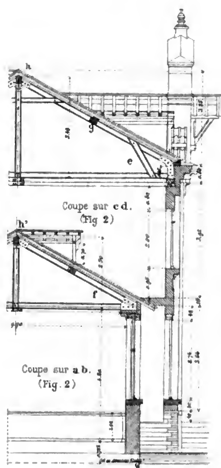


Fig 7. (Ech. 1/5)
Assemblage de la panne g. (fig 4)

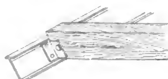


Fig 1. (Ech de 1/50)
Elévation principale.

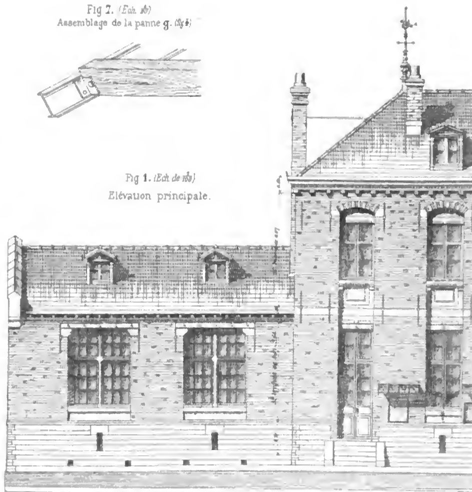


Fig 5 et 6. (Ech de 1/5) Détails.
Assemblage des fermes e et f (fig 4).

Fig 5.

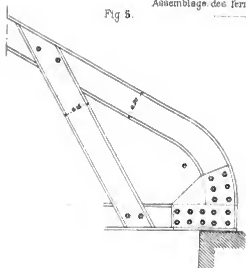


Fig 6.

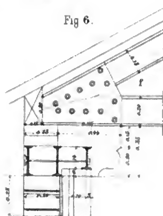
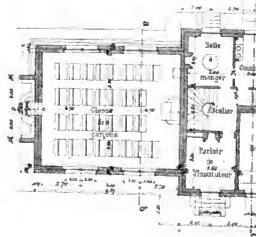


Fig 2. (E



..PE SCOLAIRE à EAUBONNE, (Seine-et-Oise).

M. A. MAGNE, Architecte.

Fig 8. (Ech. 1/20) Assemblage h h' des faîtages et des fermes (fig 4)

Fig 9. (Ech. 1/50). Coupe sur la façade principale (fig 1.)



..(Ech. de 1/100) Plan du Rez-de-chaussée

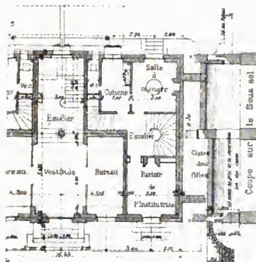
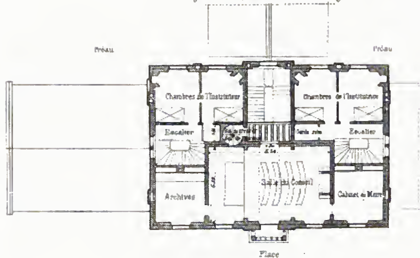


Fig 3. (Ech. de 1/100) Plan du 1er Etage



Auto. Imp. A. Broise & Courtier 40, r. de Dunkerque

MAIRIE et GROUPE SCOLAIRE à EAUBONNE, (Seine & Oise).

M. A. MAGNE, Archit^te

Fig. 1. Elévation postérieure

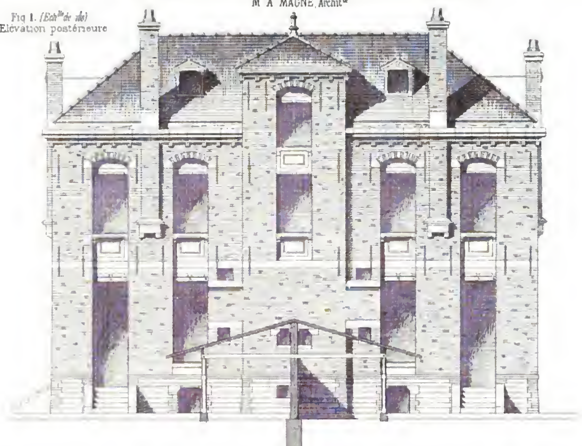
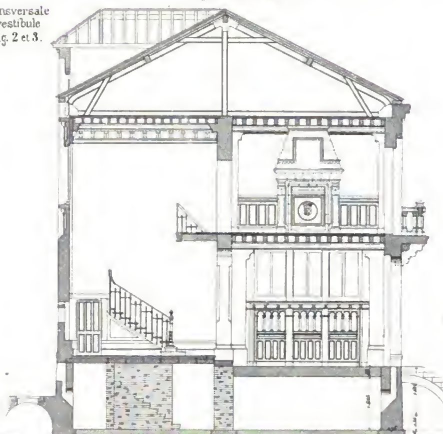


Fig. 2. Coupe transversale sur le vestibule Pl 35-36. fig. 2 et 3.



Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 40, r. de Dunkerque.

CHARPENTE MÉTALLIQUE TRANSPORTABLE

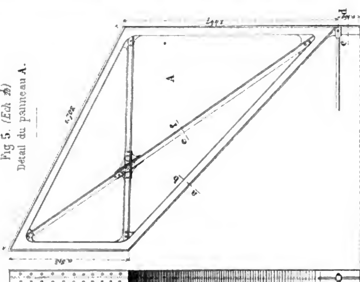


Fig 5. (Ech 1/10) Détail du panneau A.

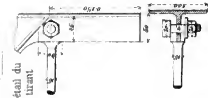


Fig 7. (Ech 1/2) Détail du tirant

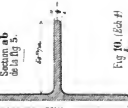


Fig 9. (Ech 1/2) Section ab de la fig 5.



Fig 10. (Ech 1/2) Section c d de la fig 5.

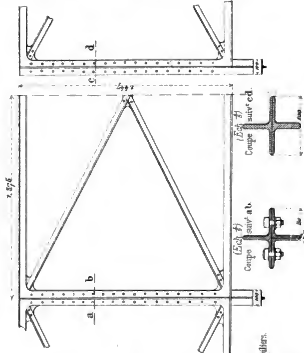


Fig 3 (Ech 1/10) Détail des cadres servant de pannes

Coupe suivt a.b. (Ech 1/2)

Coupe suivt c.d. (Ech 1/2)

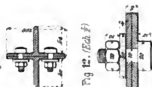


Fig 11. (Ech 1/2).

Fig 12. (Ech 1/2)

Fig. 6. Assemblage des panneaux

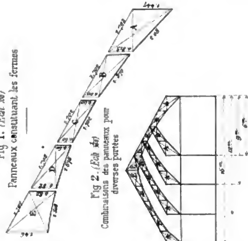


Fig 1. (Ech 1/50) Panneaux constituant les fermes

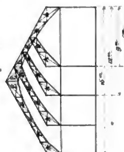


Fig 2. (Ech 1/100) Combinaisons des panneaux pour diverses portées



Fig 4. (Ech 1/2) Faîtage.

Fig 8. (Ech 1/2) Section ef de la fig 5.

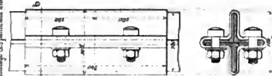


Fig 14. (Ech 1/2) Assemblage des panneaux aux piliers.

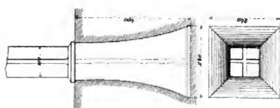


Fig 13. (Ech 1/5) Piliers

Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 46, r. de Dunkerque.

PONT TOURNANT

Fig 1. Echelle
Elévation du Pont

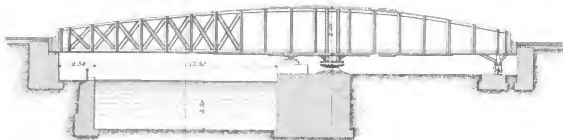
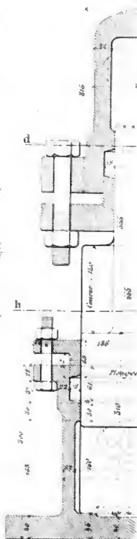


Fig 2. Echelle
Plan des maçonneries

Axe de la passerelle
Canal
Pont
Bâtiment abri des cylindres
Pont tournant
Largeur du Canal 12m 50
Talus perré
Perré maçonné
Axe

Fig 5.



...d'AUBERVILLIERS (CANAL St DENIS.)

Fig 3 Echelle 1/20

1/2 Coupe transversale en avant d'une pièce de pont courant

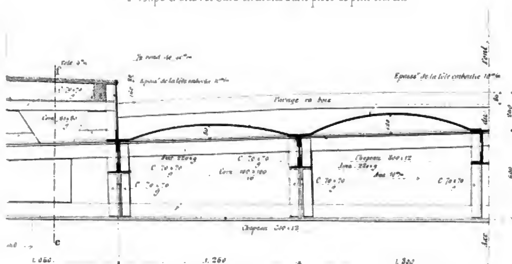


Fig 4 (Ech 1/20)

Coupe suivant ef de la Fig 3

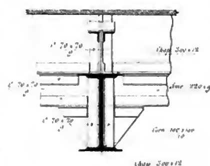


Fig 5 à 7 (Echelle 1/5)

Details du Transformateur

...upe suivt abc

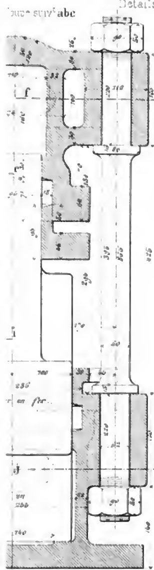


Fig 6

1/2 Coupe suivt de 1/2 Coupe suivt fg

Fig 7

1/2 Coupe suivt hi 1/2 Coupe suivt jk

Fig 8 Ech 1/100

Details du pivot

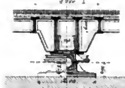


Fig 9 Ech 1/100

Presse de calage

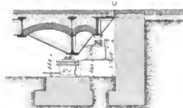


Fig 10 (Ech 1/100)

Compresseur

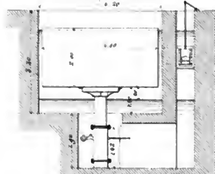
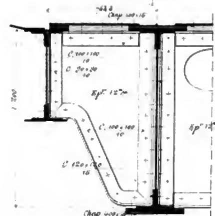


Fig 11 (Ech 1/20)

Entretoises du pivot



Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque.

PETIT HÔTEL

Mr VIANNE

Fig 1 (Ech 0.01 p m)
Elevation suivant CD du Plan

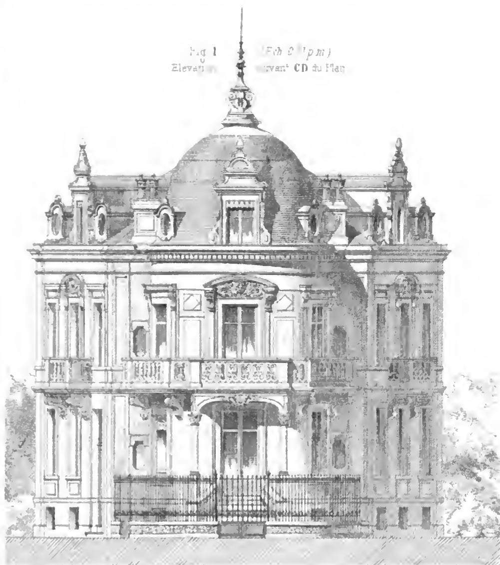


Fig 2 Echelle 0.01 p m
Coupe transversale suivant a b

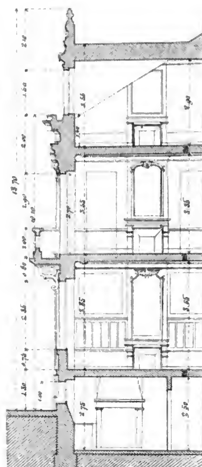


Fig 4 (Ech 0.005 p m)
Plan du Sous-Sol

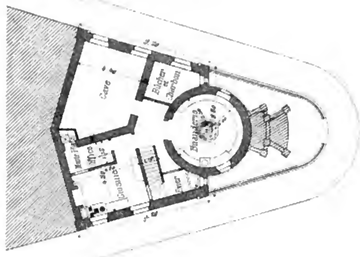
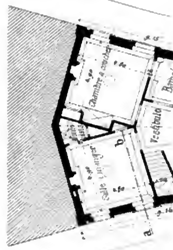


Fig 5
Plan ...



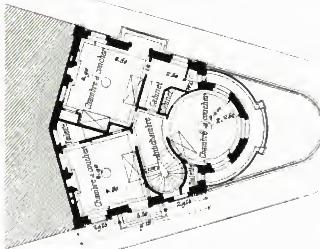
A. VI... ...ILIER ...
Architecte

Fig. 3 Éch ...
Élévation ... suivant EF du plan

Éch. 0.005 p. m.)
... Rez-de-Chaussée



Fig. 6. (Echelle: 0.005)
Plan du 1er Etage



Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque.

TRAVAUX du



Fig. 1. Carte du Golfe et du littoral d'Odessa

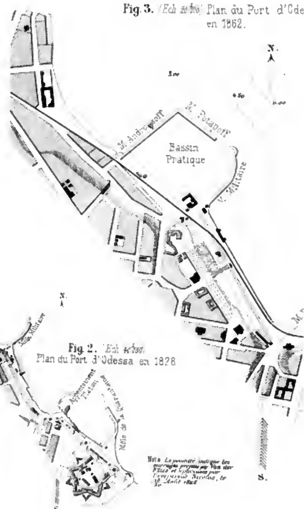
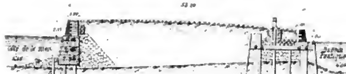


Fig. 3. Plan du Port d'Ode[ssa] en 1862.


Fig. 5. Profil du môle Potapoff

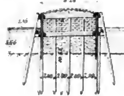

Fig. 6. Profil du môle Potapoff en 1856


Fig. 7. Profil du mur de quai du Bassin Pratique

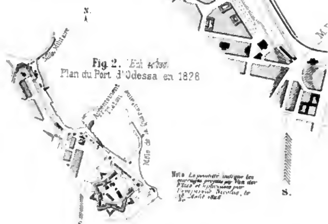
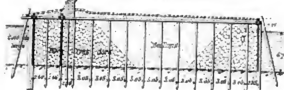
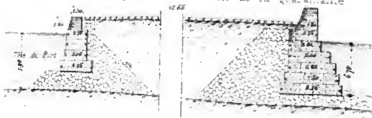


Fig. 2. Plan du Port d'Odessa en 1828

Echelle des fig. 5 à 17. 0.0025 p m


Fig. 8. Profil du mole Androsoff


Fig. 9. Profil du môle de la Quarantaine en 1831


Fig. 10. Profil du môle de la Quarantaine

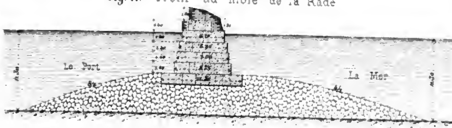


Fig. 11. Profil du môle de la Rade

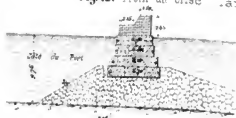


Fig. 12. Profil du brise la[mes]

PORT d'ODESSA.

Fig. 4. (Ech. ...) _ Plan du Port d'Odessa en 1885

Bassin de la Quarantaine

Môle de la Quarantaine

N.

Chantier de carénage

Môle Potapeff

Bassin Pratique

Môle Militaire

Brise-lames Longueur = 1220 mètres

Môle de la Rade

Môle Neuf

Bassin N° 4

Bassin Neuf

Môle Platon

Bassin de la Quarantaine

Quai Bakaléjna

Môle de la Quarantaine

Légende:

Voies ferrées ...

Estacade

Cap Langéron

Fig. 13. Profil du môle Platon

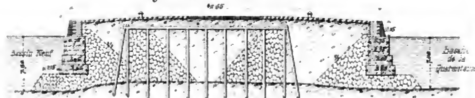


Fig. 14. Profil du môle Neuf

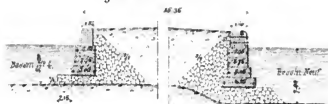


Fig. 15. Profil du mur de quai Bakaléjna

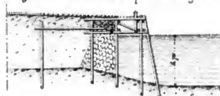


Fig. 16. Profil du môle militaire



Fig. 17. Profil du mur de défense du môle de la Quarantaine



Côté de la Mer

Côté de la Mer

Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque.

FONDATION BOS

M.r A. M

Fig. 1. Coupe suiv.t a b (fig 5).

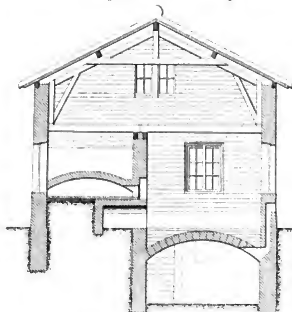


Fig. 2. Élévation suiv.t g. h (fig 5)

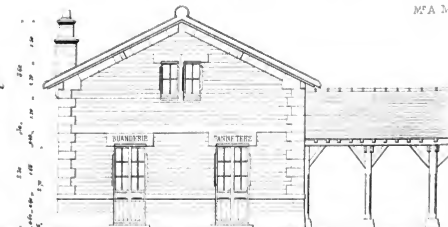


Fig. 3. Coupe suiv.t c d. (fig 5.)

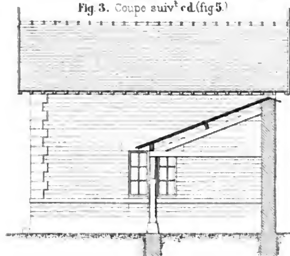
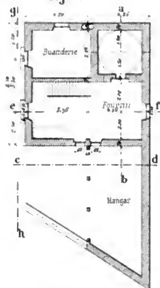


Fig. 5. Plan.



Fig

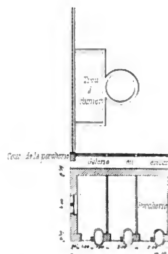


Fig. 4. Coupe suiv.t e f (fig. 5.)

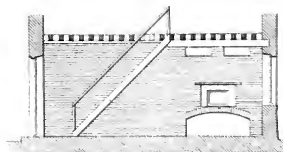


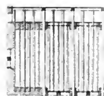
Fig. 9 et 10.
Détails des mangeoires. (fig 6 et 16.)



Fig. 10.



Fig. 7. Plan du p



?OS-DARNIS à ALBART, (Cantal)
La Ferme
?AGNE, Architecte

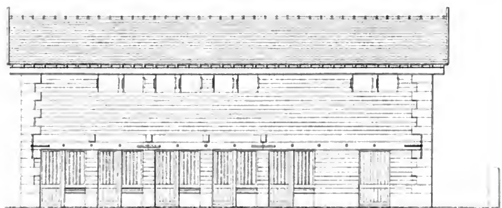


Fig. 11. Élévation sur la porcherie _(fig 6).

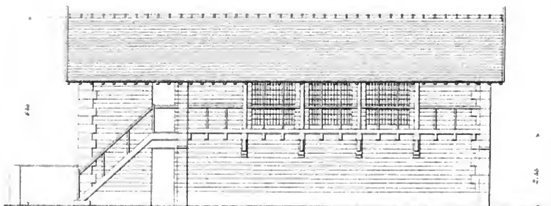
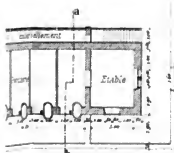
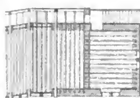


Fig. 12. Élévation sur le poulailler (fig 7)

Fig 6. Plan



... plancher du poulailler



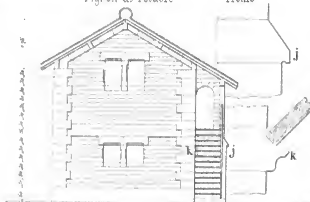


Fig. 13. Pignon de l'étable

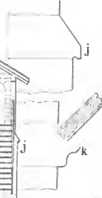


Fig. 14 et 15. Profils

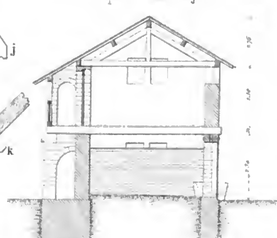


Fig. 16. Coupe suivt a b. (fig 6)

Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque.

LE NOUVEL HÔTEL des POSTES à PARIS

Fig. 4 (Échelle [illegible]) Détail d'une travée de la Coupe Pl. 49-50.

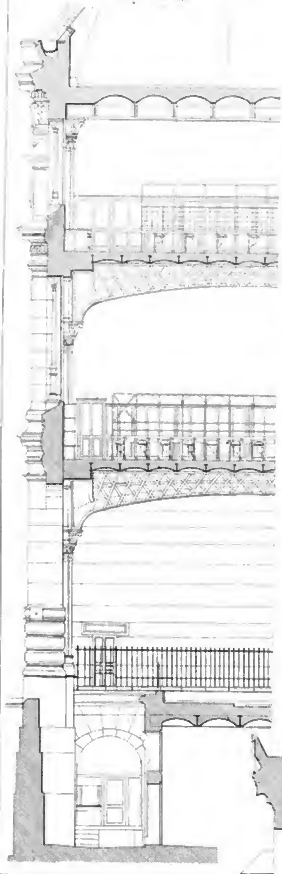


Fig. 1 (Échelle [illegible] p. mètre)

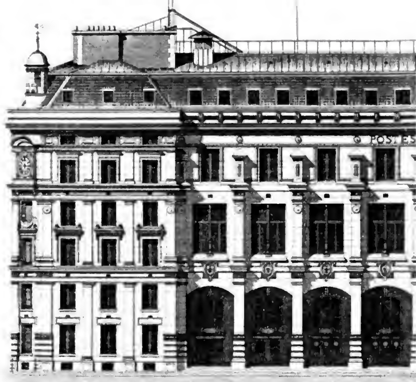
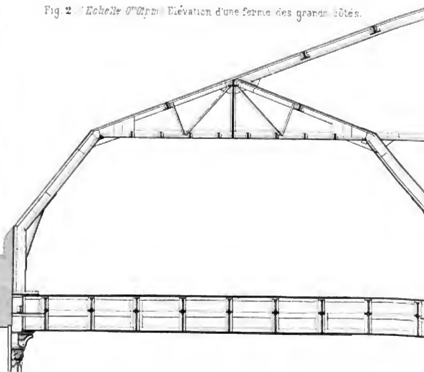


Fig. 2 (Échelle 0m01 p.m.) Élévation d'une ferme des grands côtés.



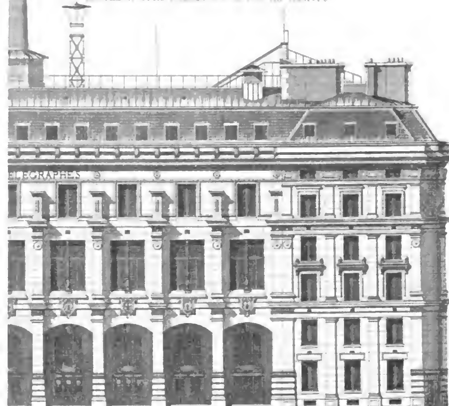
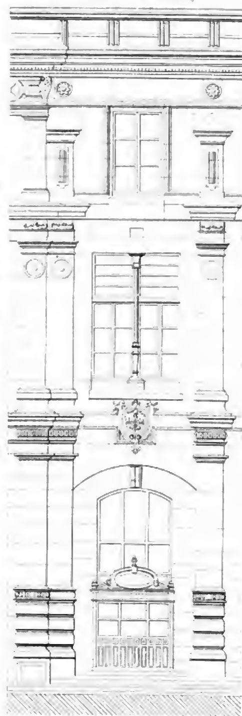
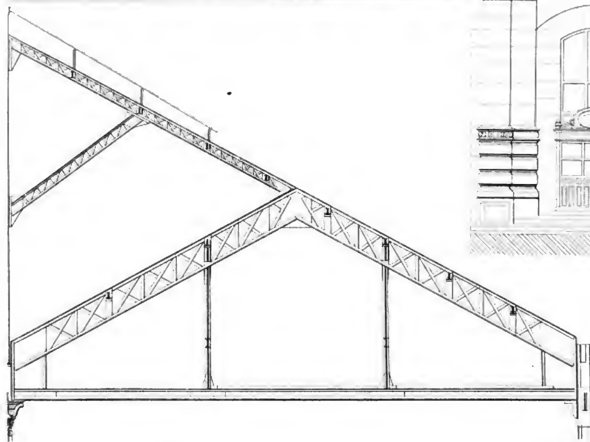


Fig. 3. (Echelle de 0m.01 p.m)
Détail d'une travée de la façade.





Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 48, r. de Dunkerque.

LE NOUVEL

Fig. 1. Echelle 0m002 p.m
Plan du Sous-sol

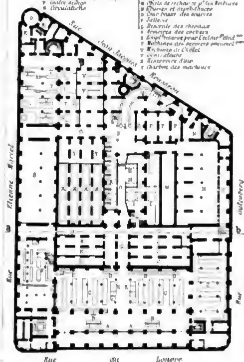
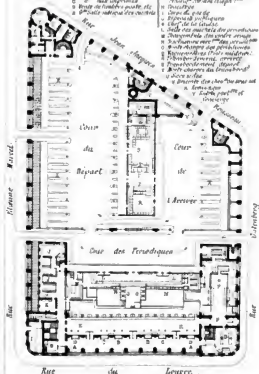


Fig. 2.
Plan du Rez-de-chaussée



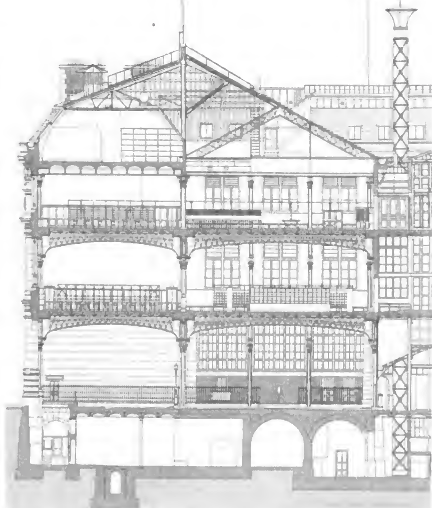
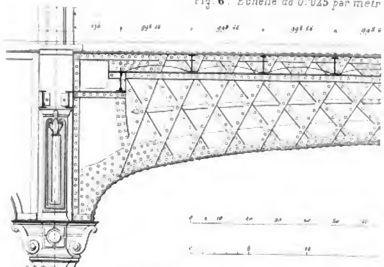
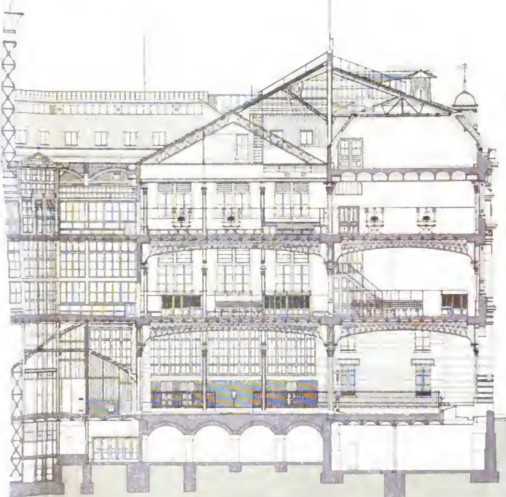


Fig. 6. Echelle de 0m025 par mètr



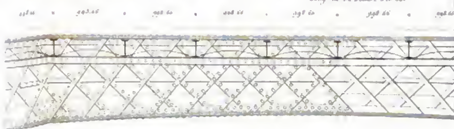
EL HÔTEL des POSTES à PARIS

Coupe transversale suivant ab ... g f





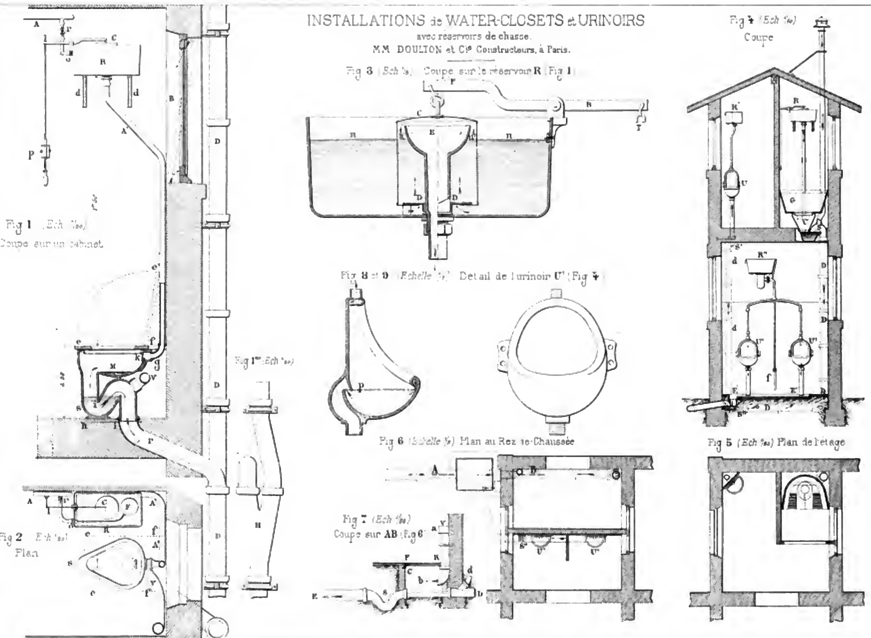
Détails d'une poutre de 16m 80 de portée







Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque



Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 43, r. de Dunkerque.

Fig. 2. Plan

Plan au dessus

Axe

Fig. 8. Boisage des fouilles pour les fondations (culée gauche)

... abcd

Fig. 9. Boisage des fouilles pour les fondations (culée droite)

... abcd

a b c d

a b c d

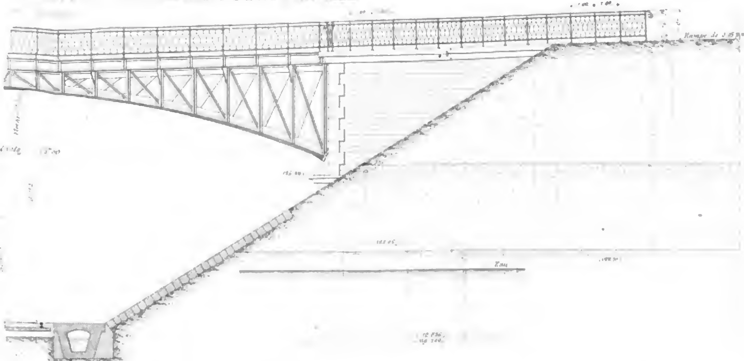


Fig. 4. Ech. 1/50. Demi élévation longitudinale d'une ferme

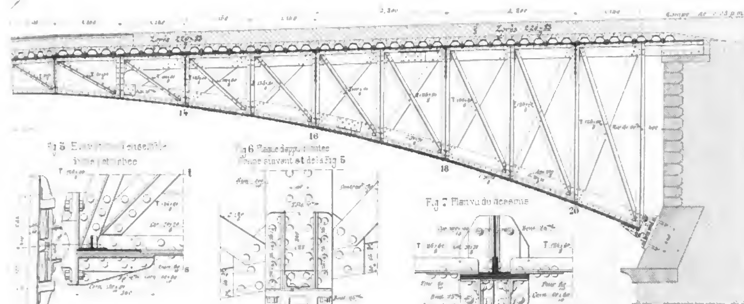


Fig. 5. Ensemble ...

Fig. 6. ...

Fig. 7. Plan vu du dessous

Plan au dessus

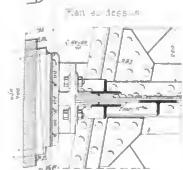
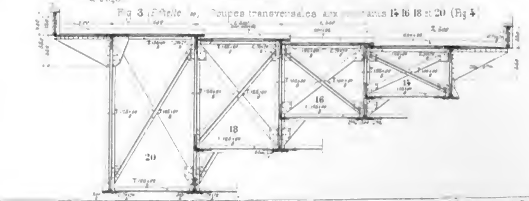


Fig. 3. Echelle ... Coupes transversales aux montants 14, 16, 18 et 20 (Fig. 4)



Auto. Imp. A. Boulet & Courtier, 43, r. de Dunkerque

BAINS de la BOURSE
163, Rue Montma[rtre]
M. PHILIPPE Ingénieur M. M. L. F.

Fig. 1. (Ech. 1/100) Coupe longitudinale suivant ab. (Fig. 3.)

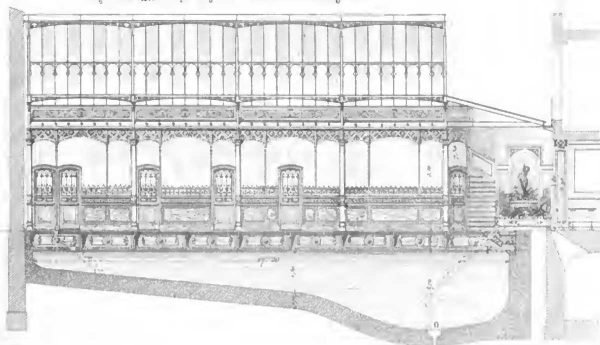


Fig. 2. (Ech. 1/100) Coupe transversale suivant cd. (Fig. 3.)

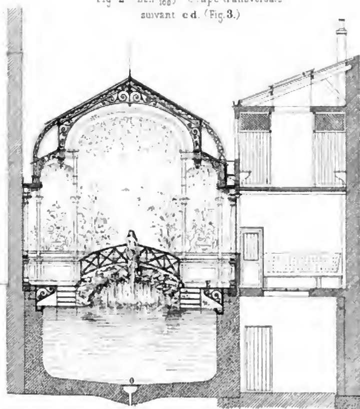


Fig. 6. (Ech. 1/20) Détail E (Fig. 2 et 4)

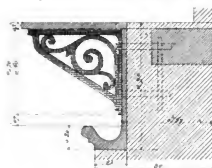
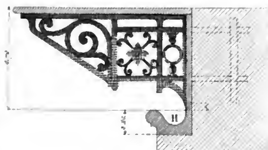


Fig. 7. (Ech. 1/10) Détail F (Fig. 1 et 3.)



...RSE et de la PRESSE.
...lmartre, à Paris.
...et RITNER Architectes

Fig. 4 (Ech 1/20) Détail d'une ferme (Fig 2)

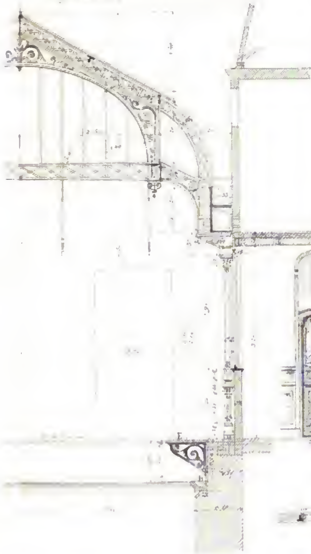


Fig. 5. (Ech 1/50) Détail d'une travée. (Fig. 1.)

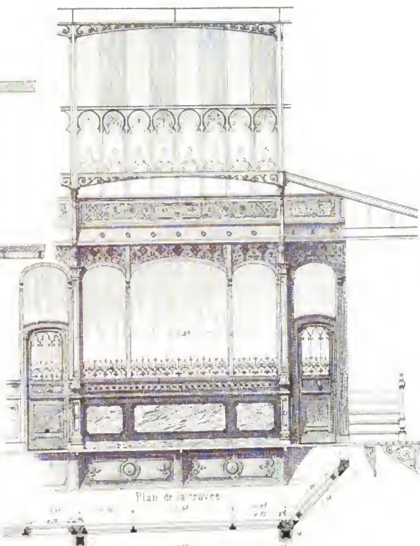
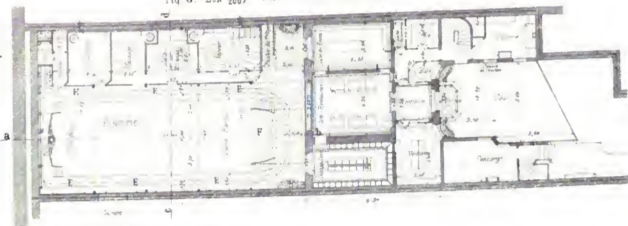


Fig 3. (Ech 1/200) Plan du Rez-de-Chaussée.



Auto. Imp. A. Broise & Courtier, 40, r. de Dunkerque